ISSN: 2663-8770, E-ISSN: 2733-2055, DOI: 10.36962/ETM

EQUİPMENT TECHNOLOGİES MATERİALS

AVADANLIQLAR, TEXNOLOGİYALAR, MATERİALLAR

ОБОРУДОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕРИАЛЫ

VOLUME 07 ISSUE 03 2021

CİLD 07 BURAXILIŞ 03 2021











http://emtasoiu.com/index.php/en/

https://scia.website/index.php/etm

Platform & workflow by OJS/PKP

The beautiful thing about learning is nobody can take it away from you—B. B. King

ISSN: 2663-8770, E-ISSN: 2733-2055, DOI: 10.36962/ETM

EQUİPMENT TECHNOLOGİES MATERİALS

AVADANLIQLAR, TEXNOLOGİYALAR, MATERİALLAR

ОБОРУДОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕРИАЛЫ

VOLUME 07 ISSUE 03 2021

CİLD 07 BURAXILIŞ 03 2021

JOURNAL INDEXING
CROSSREF

AZERBAIJAN BAKU 2021

ISSN: 2663-8770, E-ISSN: 2733-2055
ETM
EQUİPMENT, TECHNOLOGİES, MATERİALS

ISSN: 2663-8770, E-ISSN: 2733-2055, DOI: 10.36962/ETM
EQUİPMENT TECHNOLOGİES MATERİALS
AVADANLIQLAR TEXNOLOGİYALAR MATERİALLAR

Editors-in-chief: Ibrahim Habibov
Deputy of Editor-in chief: Gasim Mammadov
Baş Redaktor: İbrahim Həbibov
Baş redaktorun müavini: Qasım Məmmədov
Technical and reviewer team manager: Zuleykha Eyvazova
Texniki və resenzent qrupun meneceri: Züleyxa İsmayılova.

©Publisher: Azerbaijan State Oil and Industry University LLC. İ/C 1400196861 (Azerbaijan).
©Nəşriyyat: Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti. MMC. VÖEN 1400196861 (Azərbaycan).
Rector: Mustafa Babanli. Doctor of Technical Sciences. Professor.
Rektor: Mustafa Babanlı. Texnika Elmləri Doktoru. Professor.
Registered address: 20, Azadlig pr., Baku, Azerbaijan, AZ1010.
Qeydiyyat ünvanı: Azadliq prospekti, 20. Bakı Azərbaycan, AZ1010.
©Editorial office: 20, Azadlig pr., Baku, Azerbaijan, AZ1010.
©Redaksiya: Azadliq prospekti, 20. Bakı Azərbaycan, AZ1010.
©Typography: Azerbaijan State Oil and Industry University İ/C 1400196861 (Azerbaijan).
©Mətbəə: Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti VÖEN 1400196861 (Azərbaycan).
Registered address: 20, Azadlig pr., Baku, Azerbaijan, AZ 1010.
Qeydiyyat Ünvanı: Azadliq prospekti, 20. Bakı Azərbaycan, AZ1010.

Publisher: International Center for Research, Education & Training. MTÜ (Estonia, Tallinn), R/C 80550594
©Nəşriyyat: MTÜ Beynəlxalq Tədqiqat, Təhsil & Təlim Mərkəzi. Q/N 80550594.
Director and Founder: Seyfulla İsayev. (Azerbaijan)
Direktor və Təsisçi: Seyfulla İsayev. (Azərbaycan)
Deputy and Founder: Namig Isazade. PhD in Business Administration. (Azerbaijan).
Direktorun müavini və Təsisçi: Namiq Isazadə. PhD Biznesin İdarə Olunması. (Azərbaycan).
©Editorial office / Redaksiya: Harju maakond, Tallinn, Kesklinna linnaosa, Narva mnt 5, 10117
Telephones / Telefonlar: +994 55 241 70 12; +994 51 864 88 94
Website / Veb səhifə: http://www.scia.education/
E-mail: sc.mediagroup2017@gmail.com





©LLC ASOİU , MTÜ ICRET. All rights reserved. Reproduction, store in a retrieval system, or transmitted in any form, electronic of any publishing of the journal permitted only with the agreement of the publishers. The editorial board does not bear any responsibility for the contents of advertisements and papers. The editorial board's views can differ from the author's opinion. The journal published and issued by The Southern Caucasus Media.

© MMC ADNSU, MTÜ ICRET. Bütün hüquqlar qorunur. Jurnalın hər hansı bir nəşrinin çoxalma, axtarış sistemində saxlanılması və ya istənilən formada ötürülməsi, elektron çıxarılması yalnız nəşriyyatların razılığı ilə icazə verilir. Redaksiya heyəti reklam və yazıların məzmununa görə heç bir məsuliyyət daşımır. Redaksiya heyətinin fikirləri müəllifin fikirindən fərqli ola bilər. Cənubi Qafqaz Media tərəfindən nəşr olunan və buraxılmış jurnal.



MÜNDƏRİCAT / TABLE OF CONTENTS

ETM
EQUIPMENT, TECHNOLOGIES, MATERIALS
VOLUME 07 ISSUE 03 2021

YÜKSƏK TƏZYİQLİ SİYİRTMƏLƏRDƏ SİPƏRİN RESURSUNUN ARTIRILMASINDA DƏMİRLƏMƏ PROSESİNİN TƏTBİQİ İLƏ BAĞLI TƏDQİQATLARIN NƏTİCƏLƏRİ

[1]Elman Əliyev, [2]İbrahim Həbibov, [3]Zöhrə Qarayeva

[1]Müdir müavini, "Nanomateriallar və nanotexnologiyalar" ETL, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, iqtisadiyyat üzrə fəlsəfə doktoru , Azərbaycan.

[2]Professor, "Mühəndis və kompüter qrafikası" kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Texnika üzrə elmlər doktoru, Azərbaycan. E-mail: h.ibo@mail.ru. https://orcid.org/0000-0003-3393-7812

[3]Assistent, "Mühəndis və kompüter qrafikası" kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Azərbaycan. E-mail: zohra.abiyeva@asoiu.edu.az. https://orcid.org/0000-0001-8824-623X

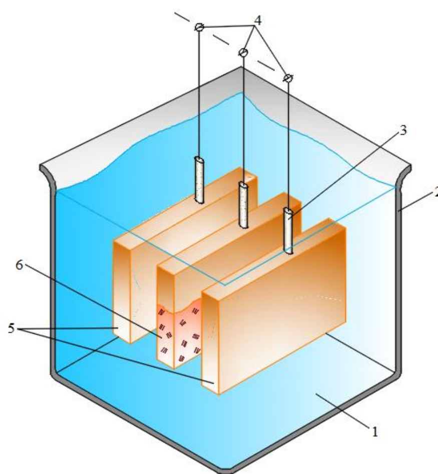
XÜLASƏ

Yüksəktəzyiqli siyirtmələrdə baş verən imtin səbəblərin təhlili nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, burada sipər-yəhər cütlüyünün dominantlıq təşkil edir. Bu baxımdan sipər-yəhər cütlüyünə daxil olan hissələrin istismar müddətinin yüksəldilməsi aktuallıq kəsb edir.
Məqalədə yüksəktəzyiqli siyirtmələrdə sipər-yəhər cütlüyündə birincinin resursunun artırılması məqsədi ilə dəmirlənmə prosesinin tətbiqinin reallaşdırılması və alınmış nəticələrin müzakirəsi verilmişdir.
Müəyyən edilmişdir ki, sipərin işçi səthinin dəmirlənməsi yeyilməyə qarşı müqavimətin yüksəldilməsi ilə bərabər (1,5-1,7 dəfə) istismar resursunun 75-80 %-ə qədər artırılmasına ciddi əsas yaradır.
Açar sözlər: dəmirləmə prosesi,elektroliz üsulu,sipər, istismar resursu.

Mövzunun aktuallığı: Mövzunun aktuallığı. Neftmədən avadanlıqları sırasında nəzəri və praktiki cəhətdən ən geniş tətqiq olunan quruluşlardan biridə siyirtmələrdir [1, 2, 3]. Lakin bunlara baxmayaraq siyirtmələrin təkmilləşdirilməsi, etibarlılıq və təmirə yararlılıq yüksəldilməsi, hazırlanma texnologiyalarının innovativ əsaslarda yenilənməsi aktuallığını saxlamaqdadırlar. Son illərdə siyirtmələrin konstruksiyalarının və hazırlanma texnologiyalarını mükəmməlləşdirilməsi ilə bağlı aparılmış geniş tədqiqat işləri nəticəsində onların istismar müddətinin və etibarlılıq göstəriciləri ciddi səviyyədə artırmaq mümkün olmuşdur.
Funksional təyinatına görə maye və qaz təminatında tənzimləyici və bağlayıcı əməliyyatların icrasında istifadə olunan siyirtmələrdə, istismar resursu bir sıra faktorlarlarda, o cümlədən, siper - yəhər cütlüyündə baş verən sıradan çıxmalarla əlaqəlidir.
Apardığımız araşdırmalar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, sipər - yəhər cütlüyünün sıradan çıxması ilə bağlı imtinalar ümumi payın yarsından çoxdur və onların işçi səthlərinin davamlığının artırılmasında mahiyyətcə müxtəlif metod və üsullardan istifadə olunur. Kontakt səthlərinin yeyilməyə qarşı davamlığının və möhkəmliyinin artırılmasımda dəmirləmə prosesi texniki, texnoloji və iqtisadi cəhətdən əlverişli olması ilə fərqlənir.

İşin məqsədi: Dəmirləmə prosesindən istifadə etməklə yüksəktəzyiqli siyirtmələrin sipərinin

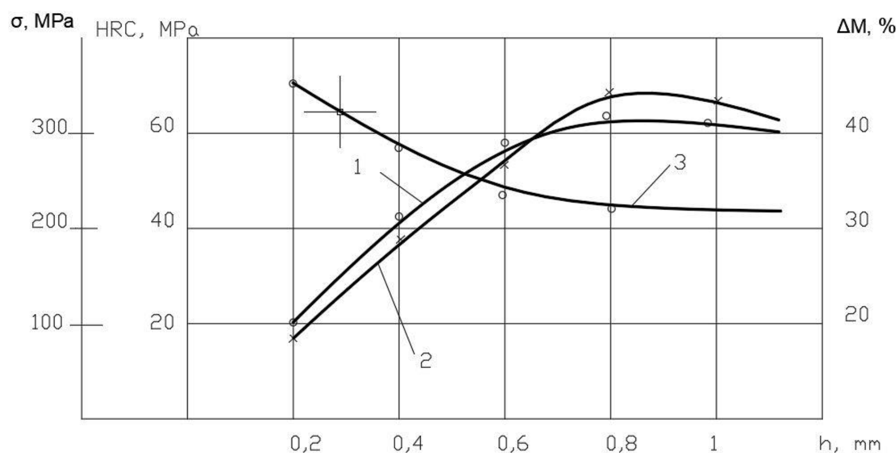
keyfiyyət göstəricilərinin və istismar müddətinin yüksəldilməsi.
Tədqiqatların metodiki bazası, avadanlıq və alətlər. Son illərdə maşınqayırma və təmir müəssisələrində maşın hissələrin işçi səthlərinin keyfiyyət göstəricilərinin yüksəldilməsində dəmirləmə texnologiyasından geniş istifadə olunur. Digər örtüklərdən dəmirləmənin bir cox üstün cəhətləri vardır. Prosesin reallaşması fiziki mahiyyətinə görə isti (T=60-95 °C) və soyuq (T<50 °C) olmaqla iki qrupa bölünürlər. Kimyəvi mühit qismində kükürd və xlor elektrolitlərindən istifadə olunur.
Sınaq nümunələrində yeyilmənin miqdarı nümunələrdə çəkinin (sınaqlardan əvvəl və sonra olmaqla) dəyişməsini müəyyən etməklə TBE-2.1-0.01 markalı elekton tərəzidə yerinə yetirilmişdir.
Eksperimental sınaqların ardıcıllığı. Sınaqlar ilkin mərhələdə standart nümunələrinin üzərində, sonradan isə siyirtmə siperlərinin iştirakı ilə reallaşdırılmışdır. İlkin mərhələdə hər iki halada nümunələrin işçi səthlərinin vizual təhlilli aparılmış, onların üzərində mexaniki emal prosesinin nəticəsinin aradan qaldırılması, çıxıntı və kobud xətaların ləğv edilməsi, sətlərin yağsızlaşdırılması və paslanma, eləcə də çirklənmə mərkəzlərinin təmizlənməsi kimi tətbirlərin icrası ilə həyata keçirilmişdir. Bu məqsədlə müxtəlif dənəvərlikli sumbata kağazından, eləcə də aseton və ya spirtdən istifadə olunmuşdur.
Nümunələr otaq temperaturdan qurudulduqdan sonra onların səthləri PXV lenti ilə izolya edilir və xüsusi olaraq hazırlanmış və 40-600 ^{0}C temperatura qədər qızdırılmış maye ilə dolu vannanın içində yerləşdirilməklə 5-25 saniyə müddətində saxlanılaraq, sonradan aşınma əməliyyatına uğradılmışdır. Bunun üçün ilkin olaraq sınaq nümunələrinin səthlərindəki PXV-dan təmizlənmiş, yağsızlaşdırılmış və soyuq su şırnağı altında yuyulmuşdur.
Təmizlənmiş və yuyulmuş sınaq nümunələri laboratoriya şəraitində elektroliz vannasında anod sxemi üzrə (bax şəkil 1) aşılanma əməliyyatına uğradılır.



Şəkil 1. Siperlərin aşınması üçün anod sxemli elektroliz qurğusu: 1 - elektrolit; 2 - vanna; 3 - təmizlənən hissə; 4 - cərayan mənbəyi; 5 - katod qütbləri; 6 - kənarlaşdırılan qat.

Aşınma prosesi 30 %-li kükürd turşusu mühitində t = 20 ^{0}C temperaturda 10 A/dm^{3} anod cərəyanında 0,5-2 dəqiqə müddətində aparılmışdır. Sonra sınaq nümunələrinin işçi səthləri yuyularaq yenidən vizual müşahidəyə uğradılmışdır. Nümunələrin işçi səthlərində tünd ləkələr

qeyri-bərabər parıltılar müşahidə edildikdə, həmin nümunələr təkrar aşınmaya məruz edilmişdirlər.
Sınaq nümunələrinin işçi səthlərinin tam və deffektiz olduğu müəyyən edildikdən sonra dəmirləmə əməliyyatı həyata keçirilmişdir.
Dəmirləmə əməliyyatı eyni qaydada laboratoriya şəraitində yerinə yetirilmişdir. Bu zaman elektolit olaraq 30 %-li kükürd turşusu mühiti qəbul olunmuşdur və proses müddətində turşuluğun ümumi göstəricisi ph (0,3-05) səviyyəsində saxlanılmışdır.
Dəmirləmə prosesi boyunca sipərin divarının qalınlığı mütamadi ölçülməklə nəzarətdə saxlanılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, örtük qatının dəyişməsi formalaşan səthin fiziki-mexaniki xassələrinə ciddi təsir edir (bax şəkil 2).



Şəkil 2. Səthin dəmirlənmə qalınlığının formalaşan fiziki-mexaniki xassələrə təsiri.

Sınaqlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, dəmirləmə üsulunun tətbiqi ilə metal səthin korroziyaya qarşı davamlılığı aşagı karbonlu poladla müqaisədə daha yüksəkdir. Səthin fiziki mexanik xassələr uyğun olaraq dəyişir: dartılma möhkəmliyi 350-450 MPa, uzanması 5-10%, səthin bərikliyi isə 60-65HRC. Göstəricilərin optimal qiymətləri h $\leq 0{,}8 - 1{,}0$ mm sərhədlərində təmin edilmişdir.Sipərin divarının qalınlığı tam olaraq pardaxlama əməliyyatı ilə tənzimlənir və 2mm-ə qədər qalınlaşdırmaq olur.
Elektroliz üsulu ilə səthin dəmirlənməsi texnologiyaları üçün təkrarlanan örtük strukturlarının alınması şərtləri müəyyənləşdirilib, elektroliz tərkibinin sabitləşdirilməsi, konvektiv axınların və həcmli cərəyan sıxlığının tənzimlənməsi, galvanik avadanlıqların parametrlərinin hesablanması, texnoloji proseslərin dizaynı üçün zəmin yaradılması üçün vasitələr hazırlanmışdır.
Beləliklə, müəyyən edilmişdir ki, sipərin işçi səthində dəmirlənmə texnologiyasının tətbiqi onun yeyilməyə qarşı müqavimətin yüksəldilməsi ilə bərabər (1,5-1,7 dəfə) istismar resursunun 75-80 %-ə qədər artırılmasına ciddi əsas yaradır.

Nəticələr: Yüksək təzyiqli sirtmələrdə istifadə olunan sipərin yeyilmiş səthini dəmirləmə metodu ilə bərpa olunması yeni sipərə tələbı ləgv edir və onun iqtisadi səmərəliliyini artırır, təmir müddətini azaldır və siyrtmənin təmirini asanlaşdırır. Nəticədə, siyirtmənin bərpa xərclərini azaldır.



Beləliklə, əldə edilən nəticələr sipərlərin səthinin dəmirləmə metodu ilə örtülməsı həm yeni siyrtmələrin istehsalında və eləcədə təmirində alternativ bir seçim olduğuna inanmağa əsas verir. Bu üsula görə siyirtmələrın istismar müddətini artırır, bərpa işlərinin xərcini əvvəlki metodundan müqayisədə azaldır.

ƏDƏBİYYAT

1. Бабаев С.Г., Кершенбаум В.Я., Габибов И.А. Эволюция качества трибосопряжений нефтегазовой техники. – Москва-Баку: НИНГ, 2018. 526 с.
2. Aslanov C.N., Eyvazova Z.E., Hüseynli Z.S., Bayramov F.H. Maşın, qurğu və avadanlıqların layihələndirilməsi. – Bakı. 2020 – 244 s.
3. Əliyev E.Ə., Həbibov İ.Ə., Abıyeva Z.H. Yüksək təzyiqli siyirtmələrdə sipərin resursunun artırılmasında yeni material seçimi ilə bağlı tədqiqatların nəticələri / Avadanlıqlar.Texnologiyalar.Materiallar. № 2(6), 2021, S.5-10.
4. Алиев Э.А.,Гасанов К.С. Повышение эффективности износоистойкости плунжеров штанговых глубинных насосов. Оборудование.Технологии.Материалы. № 1(6), 2019, с.13-17

RESULTS OF RESEARCH ON THE APPLICATION OF THE ANNEALING PROCESS TO INCREASE THE RESOURCE OF THE SHIELD IN HIGH PRESSURE VALVES

[1]Elman Aliyev, [2]Ibrahim Habibov, [3]Zohra Garayeva

[1]Deputy director, R. L. "Nanomaterials and Nanotechnology", Azerbaijan State Oil and Industry University, Doctor of economic science, Azerbaijan.

[2]Professor, “Engineer and Computer Graphics”, Azerbaijan State Oil and Industry University, Doctor of technical sciences, Azerbaijan. E-mail: h.ibo@mail.ru. https://orcid.org/0000-0003-3393-7812

[3]Assistant, “Engineer and Computer Graphics”, Azerbaijan State Oil and Industry University, Azerbaijan. E-mail: zohra.abiyeva@asoiu.edu.az. https://orcid.org/0000-0001-8824-623X

ABSTRACT

As a result of analyzing the causes of defects in high-pressure valves, it was found that gate and seat failures are dominant. From this point of view, it is important to increase the service life of the parts included in this pair.
The article discusses the implementation of the iron process and the results obtained in order to increase the resource of the gate-seat pair of high-pressure gate valves. It turned out that the coating of the gate's working surface by the iron-iron method allows, along with an increase in corrosion resistance (by 1.5-1.7 times), creates a serious basis for increasing the service life by 75-80%.
Keywords: iron process, electrolysis method, gate, service life.

ETM

EQUIPMENT, TECHNOLOGIES, MATERIALS

VOLUME 07 ISSUE 03 2021

OPTIMAL DESIGN OF HEAT EXCHANGER NETWORK IN OIL REFINERIES

[1]Natig Abbasov, [2]Suleyman Selimli

[1]Assistant, "Oil and gas equipment" Department, Azerbaijan State Oil and Industry University, Candidate of technical sciences, Azerbaijan. E-mail: natig.abbasov@asoiu.edu.az. https://orcid.org/0000-0003-3756-0784

[2]Magistr, "Oil and gas equipment" Department, Azerbaijan State Oil and Industry University, Azerbaijan.

E-mail: selimlisuleyman@gmail.com

ABSTRACT

Today, the main methods of protection against corrosion of contact devices of rectification equipment for oil refining, in particular, stainless steel mesh packing, under conditions of relatively high temperatures (150–250°C) and in the presence of aggressive components in oil feedstock (hydrogen sulfide, sulfides, mercaptans, other sulfur compounds, chloride ions, organochlorine compounds, water) are the use of special alloys as protective coatings, as well as corrosion inhibitors that reduce the corrosive effect of an aggressive environment. At the same time, most of these methods have disadvantages associated with high operating costs, insufficient efficiency, or the ability to protect only from a certain factor, and not from their combination.

In this regard, studies of the corrosion resistance of mesh contact devices made of stainless steel grade 12X18H10T, on three types of samples: alloy wire, welded mesh, thin sheet.

Titanium nitride (TiN) and metal coatings of nickel (Ni), titanium (Ti) and chromium (Cr) were used as anticorrosive coatings for these samples. These coatings were applied to the samples by two methods: electrolytic method and vacuum ion-plasma spraying. It was found that the optimum thickness of the coating is 10–15 μm, at which the resulting films have sufficient ductility and do not peel off from the surface of the corresponding stainless alloy.

The study of corrosion of samples of stainless steel 12Cr18N10T with applied coatings and without coatings was carried out by immersion in compositions containing oil, as well as in simulating aggressive oil-containing media. As a result of the studies, it was found that protective coatings of chromium and titanium nitride, applied by vacuum ion-plasma spraying, are the most effective from the point of view of corrosion protection of stainless steel mesh contact devices used in rectification columns.

Keywords: rectification column, mesh contact devices, stainless steel, aggressive media, corrosion inhibitors, anti-corrosion protective coatings.

XÜLASƏ

Bu gün neft emalında, nisbətən yüksək temperaturda (150-250°C) və xammal neftin zəhərli komponentləri (karbohidrogen, sulfidlər, merkaptanlar, kükürd birləşmələri, xlorid-ionlar, xlororqanik birləşmələr) şəraitində işləyən rektifikasiya avadanlığın, xüsusilə də paslanmayan poladdan torşəkilli doldurulmanın korroziyaya qarşı qorunmasının əsas üsulları kimi xüsusi



ərintilərdən örtüklərin və korroziya inhibitorların istifadəsi geniş tətbiq edilir. Lakin, bu üsulların əksəriyyəti yüksək istismar xərclərinə malikdir, kifayət qədər effektiv deyil və yalnız müəyyən bir faktordan qorunması mümkünlüyü ilə bağlı çatışmazlıqlara malikdir.
Bununla bağlı 12X18N10T markalı paslanmayan poladdan hazırlanmış torşəkilli doldurulma quruluşlarının korroziya davamlılığına dair üç növ nümunədə: xəlitəli məftil, qaynaqlı tor, nazik vərəqdə araşdırmalar aparılıb. Bu nümunələr üçün korroziyaya qarşı örtüklər kimi titan nitriti (TiN), habelə, nikel (Ni), titan (Ti) və xrom (X) metal örtükləri istifadə edilmişdir. Bu örtüklər nümunələrə iki üsulla tətbiq edilmişdir: elektrolitik üsul və vakum ion-plazma çiləmə üsulu. Örtüyün optimal qalınlığının 10-15 mm olduğu halda, yaradılan təbəqələrin kifayət qədər elastikliyi və müvafiq paslanmayan səthində dayanıqlığı aşkar edilmişdir.
12X18N10T paslanmayan poladdan hazırlanmış örtüklü və örtüksiz nümunələrin təhlili neft tərkibli maddələrdə, həmçinin aqressiv neft tərkibli mühitin modelləşdirilməsi ilə aparılmışdır. Aparılan tədqiqatlar nəticəsində məlum olmuşdur ki, vakuum ion - plazma tozlandırma üsulu ilə vurulmuş xrom və titan nitridinin qoruyucu örtükləri rektifikasiya kolonlarında istifadə olunan paslanmayan poladdan torşəkilli kontakt quruluşlarının korroziyaya qarşı müdafiəsi baxımından ən səmərəlidir.
Açar sözlər: rektifikasiya kolonu, torşəkilli kontakt quruluşları, paslanmayan polad, aqressiv mühit, korroziya inhibitorları, korroziyaya qarşı qoruyucu örtüklər.

Introduction: To date, the main methods of corrosion protection of contact devices of oil refining equipment, in particular, stainless steel mesh nozzles, in conditions of relatively high temperatures (150-250^{o}C) and in the presence of aggressive components in the oil raw materials (hydrogen sulfide, sulfides, mercaptans, other sulfur compounds, chloride ions, organochlorine compounds, water) are the use of special alloys as protective coatings, as well as corrosion inhibitors that reduce the corrosive effect of the aggressive environment. Most of these methods have disadvantages associated with high operating costs, insufficient efficiency, or the ability to protect only against a certain factor, and not from their totality [1], for example:
1) water - soluble (IKB-2, IKB-4, IKB-6, IKB-8, IFKHANGAZ-1B) and hydrocarbon-soluble (DT-91-N, KO, IKB-1, kontol-77 and unikor, etc.) are used as inhibitors of hydrogen sulfide corrosion [2]. However, as the experience of practical use of inhibitors has shown TAL-25-13-P (TU 24.1-00135390-114-2002 with change 1), AddiTOP (STO 67177647-14-2012), IKB-4 and IKB-4-U (TU 38.101460-74), DIN-4 (TU2226-001-34743072–98), etc., the use of inhibitors of both types at temperatures above 100°C is ineffective;
2) the use of protective coatings based on organic materials (varnishes, polymers, resins, rubber and silicone linings, lubricants) for contact devices of rectification columns is unreasonable due to their low temperature stability (as a rule, no more than 100^{o}C) [2], as well as a very low thermal conductivity coefficient of these materials 0.02–0.5 W / m • ^{o}C, which makes efficient heat transfer impossible [3];
3) most of the applied protective coatings based on binary compounds of metals and non-metals (oxides (Al_2O_3, MgO, TiO_2); silicon, boron or titanium carbides; boron nitrides) are characterized by high temperature stability up to 1000°C or more, but in the presence of aggressive media, this stability is significantly reduced at temperatures of 100-300°C [2], in addition, the thermal conductivity coefficient for these coatings is also low [3], which makes their application difficult;

4) protective coatings based on metals (Mg, Al, Ni,Cr, Ti, Zn) are also used, but a number of metals, such as Mg, Al, Zn, are themselves prone to significant corrosion [2].

Scope: In technological installations, used (spent) mesh contact devices made of stainless steel grade 12Cr18N10T without anti-corrosion coating are deeply corroded objects that are not able to perform the function of theoretical plates in the process of rectification. In turn, the annual, and sometimes more frequent, replacement of contact devices leads to significant economic losses, as well as to the need to dispose of used contact devices in the form of waste containing sulfides, mercaptides, heavy metals Sg, Ni, Ti, Mn and other harmful components [4-7].
Three types of samples were used to study the corrosion resistance of mesh contact devices made of 12Cr18N10T stainless steel in a corrosive environment: alloy wire (according to GOST 18143-72 with a diameter of 3 mm, a length of 250 mm), welded mesh (according to GOST 23279-85 with dimensions of 40x40 mm and 200x200 mm), thin sheet (according to GOST 5582-75 with a size of 150x50 mm.
For high-quality application of protective layers, the stainless steel samples were previously cleaned, including degreasing in white spirit and electrochemical degreasing [8].
Based on the analysis of the existing types of anticorrosive protection and on the results of previous studies [9-11], the following binary compound - titanium nitride (TiN) and metal coatings made of nickel (Ni), titanium (Ti) and chromium (Cr) were selected as possible options for anticorrosive coatings for the specified samples. The coatings were applied to the samples in two ways: by the electrolytic method and by the vacuum ion-plasma sputtering (VIPN) method.
In the first case, metals that are initially present in these samples with the formation of an austenitic alloy structure were selected as electrolytic metal protective coatings for samples made of 12Cr1810T stainless steel: Ni, Ti, Cr.The deposition of coatings was carried out in an electrochemical bath, the cathode was the stainless steel samples themselves.
For nickel plating, an aqueous solution containing $NiSO_4 \cdot 7H_2O$ – 320 g/l; $NiCl_2 \cdot 6H_2O$ – 40 g/l; H_3BO_3 – 40 g/l; 1,4-butanediol – 0.15 g/l; saccharin – 1.0 g/l; phthalimide – 0.04 g/l was used. The anode was graphite (C).
For chrome plating, an aqueous solution containing CrO_3-250 g / l; H_2SO_4-2.5 g/l was used. The anode was lead sheet (Pb) [12]. Depending on the temperature of the electrolyte and the current density, the following coatings were obtained: gray chrome, shiny chrome, matt chrome, shiny nickel (Table 1).

Table 1. Types of coatings obtained by electrochemical deposition of metals

Conditions for electrochemical deposition of metals		**Name of the resulting coating**
Solution temperature , ^0C	**Current density , A/dm_2**	
30–40	20–40	Chrome gray
40–55	40–60	Shiny chrome
55–65	60–75	Brushed chrome
55–65	60–75	Shiny nickel



As a result of the conducted experiments, it was found that metal films and coatings of a binary compound with a thickness of more than 20 microns have relatively low adhesion to the surface of a stainless alloy, and even with a slight deformation (bending of the sample), the protective film flakes off. Therefore, in further studies, coatings (films) with a thickness of 10 – 15 microns were created, which have sufficient plasticity and do not peel off from the surface of the corresponding stainless alloy.
The second method of applying protective coatings to samples was the VIPN method, which is a method of introducing impurity atoms into the surface layer of a plate or epitaxial film by bombarding its surface with a high-energy ion beam (10 - 2000 keV) at a pressure of 10^{-2} Pa and below [13-16].
The samples under study were coated with pure metals – Ti and Cr, as well as titanium nitride TiN, for which titanium was sprayed in a nitrogen atmosphere. A batch installation was used with the following parameters of the sample deposition mode: arc current-160 A, offset voltage during cleaning - 1000 V, offset voltage during coating - 180 V, nitrogen pressure - 6.67 Pa. When applying titanium, titanium with a purity of 99.9 and chromium with a purity of 99.2, respectively, were used as the cathode.
In the future, corrosion of 12Cr18H10T stainless steel samples with applied coatings and without coatings was studied by immersion in compositions containing oil, as well as in modeling aggressive oil-containing media. When developing the model compositions, the fact was taken into account that the study of corrosion processes should take place at temperatures of at least 200°C, and the solution should contain aggressive components present in real conditions of oil refining (Table 2).

Table 2. Compositions of model solutions.

№	Substance	Substance content, g / l						
		Solution 1	Solution 2	Solution 3	Solution 4	Solution 5	Solution 6	Solution 7
1	Glycerin natural raw	950	900	900	960	900		
2	Chlorinated paraffins KhP-470A		30		20	30		10
3	Sodium chloride		10		5	10		5
4	Sodium sulphide			15	5	15		5
5	Polysulfide Polymers			15	5	15		5
6	Oil						882,7	850
7	Distilled water	50	60	70	5	30		20

The corrosion resistance of the prepared samples in model solutions was evaluated according to GOST 9.506-87 "Unified system of protection against corrosion and aging in a gravimetric application" [17].
The samples were stored in model solutions for 30 days at a temperature of 200°C. After the tests were completed, the samples were washed with distilled water, then treated in an ultrasonic bath to remove the corrosion products, washed with distillate, and finally dried. The accuracy of measuring the mass loss of the samples was 0.001 g. The arithmetic mean values of the mass loss of samples due to corrosion in model solutions are given in Table 3.
It is obvious that with the increase in the aggressiveness of the media (from the lowest aggressive solutions No. 1 and No. 2 to the most highly aggressive solutions 5 and 7) of model oil-containing solutions, i.e., with an increase in the concentration of chloroparaffins, NaCl, Na2S, and polysulfides, an increase in the corrosion rate is observed in all experiments.
Table 3 shows that for the most aggressive solutions No. 5 and No. 7, the lowest corrosion values were observed for coatings with chromium and titanium nitride obtained by the VIPN method. The results are slightly worse for the coating with titanium obtained by the VIPN method, and with chromium brilliant obtained by the electrochemical method. In comparison with samples made of 12Cr18H10T stainless steel without the use of protective coatings, ion-plasma deposition of chromium reduces the corrosion rate by 47.7 times, titanium nitride – by 41.1 times, titanium – by 25.1 times, and electrochemical coating with chromium (shiny) – by 2.5 times.

Table 3. Arithmetic mean values of sample weight loss due to corrosion in model solutions

Coating method	Type of applied coating	Sample number	Average weight of coated sample, g	Average coating weight per sample, g	Average coating thickness,	Arithmetic mean of sample corrosion in model solutions,% wt.						
						Solution 1	Solution 2	Solution 3	Solution 4	Solution 5	Solution 6	Solution 7
Vacuum ion-plasma spraying	Ti	1	14,095	0,143	8–12	0,004	0,027	0,036	0,055	0,061	0,008	0,058
		2	90,212	0,916		0,003	0,029	0,038	0,052	0,059	0,007	0,057
		3	30,544	0,913		0,003	0,021	0,031	0,045	0,058	0,007	0,057
	Cr	1	14,181	0,229		0,002	0,021	0,027	0,031	0,029	0,005	0,030
		2	90,759	1,463		0,002	0,019	0,025	0,030	0,034	0,005	0,032
		3	31,087	1,456		0,003	0,019	0,021	0,029	0,030	0,006	0,029
	TiN	1	14,118	0,166		0,002	0,020	0,025	0,035	0,036	0,006	0,035
		2	90,356	1,060		0,002	0,020	0,026	0,031	0,039	0,007	0,032
		3	30,686	1,055		0,002	0,015	0,025	0,023	0,029	0,005	0,028
		1	14,231	0,279		0,006	0,054	0,065	1,026	1,123	0,075	1,015



Electrolytic deposition	Ni electrolysis	2	91,101	1,805	12–15	0,006	0,048	0,057	1,028	1,128	0,073	1,009
		3	31,416	1,785		0,006	0,051	0,058	1,009	1,222	0,075	1,015
	Cr gray	1	14,178	0,226		0,004	0,052	0,061	0,954	1,001	0,056	0,859
		2	90,757	1,461		0,004	0,051	0,062	0,983	1,005	0,053	0,910
		3	31,082	1,451		0,004	0,054	0,061	0,998	1,017	0,052	0,952
	Cr shiny	1	14,193	0,241		0,002	0,030	0,041	0,541	0,588	0,039	0,563
		2	90,758	1,462		0,002	0,028	0,040	0,563	0,602	0,039	0,590
		3	31,078	1,447		0,002	0,026	0,041	0,506	0,619	0,032	0,525
	Cr matt	1	14,187	0,235		0,005	0,043	0,050	1,071	1,095	0,095	0,944
		2	90,755	1,459		0,005	0,039	0,050	1,101	1,105	0,091	0,910
		3	31,084	1,453		0,005	0,040	0,052	1,171	1,186	0,094	0,980
	Sample without coating	1	13,952	–		0,008	0,056	0,068	1,231	1,351	1,009	0,996
		2	89,286	–		0,009	0,052	0,063	1,235	1,478	1,012	0,978
		3	29,631	–		0,007	0,054	0,064	1,118	1,625	1,008	0,990

Thus, Cr and TiN protective coatings applied by the VIPN method can be recommended for effective corrosion protection of stainless steel mesh contact devices used in rectification columns.

Conclusions: 1. Ensuring effective anti-corrosion protection of 12X18N10T stainless steel mesh contact devices operated in distillation columns at relatively high temperatures (150–250oC) and in the presence of aggressive components in oil raw materials is an urgent task [18-22]. For this purpose, a method of anticorrosive protection is proposed by applying metal and binary coatings by vacuum ion-plasma sputtering with metallic titanium, nickel, chromium or titanium nitride with a coating thickness of 8-12 microns, as well as metallic nickel and chromium by electrochemical deposition.
2. It is shown that the coatings obtained by vacuum ion-plasma sputtering of chromium and titanium nitride are the most effective for anticorrosive protection of 12X18H10T stainless steel meshes.

REFERENCES

1. Хайдарова Г.Р., Исламутдинова А.А., Дмитриев Ю.К., Сидоров Г.М., Иванов А.Н. Ингибитор коррозии нефтепромысловых сред // Нефтегазовое дело. – 2015. – Том 13, № 4. – С. 249–253. – DOI: http://dx.doi.org/10.17122/ ngdelo-2015-4-249-253.
2. Мальцева Г. Н. Коррозия и защита оборудования от коррозии. – Пенза: Изд-во: Пенз. гос. ун-та, 2000. – 211 с.
3. Чиркин В.С. Теплофизические свойства материалов. – М.: ФИЗМАТГИЗ., 1959. – 356 с.
4. Akhmetov, L.I., Kolbin, A.M., Ismagilov, F.R., Podshivalin A.V., Tuktarova I.O. Utilization of products of demercaptanization of hydrocarbon raw material // Chemistry and Technology of Fuels and Oils. – 1999. – Vol. 35. – No. 3. – P. 126–128. – https://doi.org/10.1007/BF02694237.
5. Latypova F.M., Tuktarova I.O., Katamanov V.L., Tsyrulnik R.F. Natural hydrocarbonic raw materials as a source of sulphides receiving // J. Procedia Engineering. – 2015. – Vol. 113. – P. 37-42.
6. Латыпова Ф.М., Нугуманов Р.М., Бикташева Л.Ф., Туктарова И.О. Выделение и исследование состава сераорганических соединений высокосернистой нефти // SOCAR Proceedings. – 2016. – № 3. – С. 61–65.
7. Ибрагимов Н.Г., Абрамов М.А., Шаммасов Р.М., Князев С.Ю., Шакиров Ф.Ш. Оптимизация антикоррозионной защиты зоны сварного соединения труб с внутренним полимерным покрытием для строительства высоконапорных трубопроводов системы поддержания пластового давления // Нефтяное хозяйство. – 2017. – № 6. – С. 55–57.
8. СТП 2082-594-05. Методы обезжиривания оборудования. Общие требования к технологическим процессам. – М.: Издательство стандартов. – 2005.
9. Катаманов В.Л., Назаров А.М., Гараньков И.Н., Туктарова И.О. Исследование образования отложений в технологических аппаратах и коррозии контактных устройств из нержавеющей стали // Нанотехнологии в строительстве. – 2017. – Том 9, № 6. – С. 131–150. – DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-6-131- 150.
10. Ризванов Р.Г., Муликов Д.Ш., Каретников Д.В., Черепашкин С.Е., Ширгазина Р.Ф. Коррозионная стойкость сварного соединения узла «труба – трубная решетка», полученного сваркой трением // Нанотехнологии в строительстве. – 2017. – Том 9, № 4. – С. 97–115. – DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017- 9-4-97-115.
11. Павленко В.И., Черкашина Н.И., Ястребинский Р.Н. Создание нанооболочки на поверхности дроби гидрида титана // Нанотехнологии в строительстве. – 2016. – Том 8, № 6. – С. 102–119. – DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2016- 8-6-102-119.
12. Мамаев В.И. Функциональная гальванотехника. – Киров: ФГБОУ ВПО
13. «ВятГУ», 2013. – 208 с.
14. Бутовский К. Г., Лясников В.Н. Напыленные покрытия, технология и оборудование. – Саратов: «Саратовский госуд. техн. университет», 1999. – 117 с.
15. Кудинов В.В., Бобров Г.В. Нанесение покрытий напылением. Теория, технология и оборудование. – М.: Металлургия, 1992. – 431 с.



16. Трушин О.С., Бочкарев В.Ф., Наумов В.В. Моделирование процессов эпитаксиального роста пленок в условиях ионно-плазменного напыления // Микроэлектроника. – 2000. – Том 29, № 4. – С. 296–309.
17. Технология тонких пленок // Справочник. – ред. Л. Майссела, Р. Глэнга. – М.: Советское радио, 1977. – Том 1, 2.
18. ГОСТ 9.506-87. Единая система защиты от коррозии и старения в гравиметрическом приложении. – М.: Издательство стандартов, 1993. – 16 с.
19. Туктарова И.О. Состав и закономерности выгорания коксовых отложений железоокисного катализатора переработки высокомолекулярного нефтяного сырья: Дисс. … канд. техн. наук // Уфимский государственный нефтяной технический университет. – Уфа, 1995.
20. Vezirov R.R., Tuktarova I.O., Yavgil'din I.R., Kuz'mina Z.F., Telyashev E.G., Khairudinov I.R., Imashev U.B. Oxygen compounds in 350oC-EP fraction from thermocatalytic processing of heavy feed // Chemistry and Technology of Fuels and Oils. – 1995. – Vol. 31. – No. 6. – P. 285–287. – https://doi.org/10.1007/BF00727607.
21. Telyashev E.G., Vezirov R.R., Yavgil'din I.R., Tuktarova I.O., Telyashev G.G., Imashev U.B. Elemental composition of deposits on natural iron oxide catalyst in processing medium-sulfur feed // Chemistry and Technology of Fuels and Oils. – 1995. – Vol. 31. – No. 6. – P. 288–292. – https://doi.org/10.1007/BF00727608.
22. Гараньков И.Н., Катаманов В.Л., Назаров А.М., Туктарова И.О. О причинах образования отложений в шлемовых линиях ректификационного оборудования при нефтепереработке // Сборник материалов IX международной научно-практической конференции «Фундаментальная наука и технологии – перспективные разработки». – Уфа, 2016. – С. 189–190.

ETM

EQUIPMENT, TECHNOLOGIES, MATERIALS

VOLUME 07 ISSUE 03 2021

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ 3D МОДЕЛИ ГЕОТЕРМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ САМУХСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА НИЖНЕКУРИНСКОЙ ДЕПРЕССИИ

Расим Наджафов

Старший научный сотрудник, НИИ “Геотехнологические проблемы нефти и газа и химии”,

Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, доктор наук о Земле,

Азербайджан. E-mail: rasim_aliyev@yahoo.com

РЕЗЮМЕ

Известно, что в очаге Земли температура примерно составляет около 5000ºC и в направлении к земной коре она спадает. Также известно, что температурный градиент Земли составляет 3ºC каждые 100 метров вглубь и она постоянная по всей планете. Следовательно, температура Земной коры является самым выгодным источником тепла и энергии. Она аккумулирует энергию солнца и подогревается очаговой температурой. В Азербайджане на глубине от одного метра до 50 метров температура стабильная и равна 5-8ºC.

Ключевые слова: геотермальная энергия, температура Земной коры, температурный градиент, термальные воды, паротурбины, тепловые насосы, модель 3Д месторождения.

Актуальность темы: Геотермальная энергия как огромное тепло и энергоресурс образуется и формируется между земной корой и очагом Земли. Известно, что температура в очаге Земли составляет около 5000ºC. Температура Земной коры самый выгодный источник тепла и энергии. Она аккумулирует энергию солнца и подогревается очаговой температурой снизу. При этом температура земной коры не зависимо от поверхностной наружной температуры стабильна на глубине нескольких метров. В Азербайджане эта глубина начинается от одного метра до 50 метров, где температура равна 5-8ºC.

Ежегодно Земля теряет энергию порядка $1{,}2 \cdot 10^{21}$ Дж., что в несколько раз меньше ее внутренней температуры.

Температурная шкала геотермальной энергии Земли выглядит следующим образом:

- Для территории Азербайджана температурный градиент равен 33м/ 1ºC.
- Для других территорий суши земной поверхности она равна 3м/1ºC, при углублении на глубину 100 м.
- Температура почвы для использования тепловых насосов, равна 9-11°C.
- Температура поверхностных и грунтовых вод, равна 5-10°C.
- Температура озерных и морских вод, равна 5-15°C.
- Температура почвы в городских условиях с учетом тепло-, водо-, канализационных коммуникаций, метро, туннелей и других технических сооружений равна 13-18°C.



- Температура гейзеров, теплых источников воды на небольшой глубине равна 15-23°C.
- Температура на глубинах 500-2000 м равна 25-75°C.
- Глубинные температуры (4000 -5000 m) равны 100-150°C.

Согласно результатам проведенных нами геофизических исследований геотермического потенциала Самухского нефтегазоносного района Нижне-Куринской депрессии они представляют большой интерес в решении топливно-энергетического баланса Республики.

Цель работы: Создания 3Д модели Самухского нефтегазоносного района Нижне-Куринской депрессии.

Методологический подход: С геоморфологической точки зрения, указанный район разделен на две части, северная часть протягивается вдоль реки Иоры, а южная часть вдоль реки Куры. В северо-западной части имеются несколько небольших возвышенностей: Ельдарюрду, Чобандаг и Палантокан. В литологическом отношении породы здесь, начиная от северо-западной части к центру сарматского возраста, юго-восточная часть сложена породами акчагыл и апшеронского возраста.
Нами было исследовано тепло- и энергопотенциал геотермальных вод на поверхности и на глубине их залегания. Для расчета тепло- и энергоресурсов термальных вод были использованы промысловые материалы нефтегазодобывающих скважин по месторождениям и структурам.
Метод подхода к расчетам основан на использовании показателей геотермальных показателей по скважинам, теплоемкости слагающих пород, глубины их залегания и группировки нескольких водоносных пластов в одно целое.

Результаты исследования и их обсуждение: На рассматриваемой территории выявлены и вовлечены в разведочное, а затем в эксплуатационное бурение десятки структур. При проведение буровых и эксплуатационных работ были проведены множество геофизических работ, результаты которых были использованы при составление структурных карт, карт мощностей, определены фильтрационные свойства слагающих пород. Ниже на рисунок 1 приводятся несколько образцов структурных карт.
Конкретно по месторождению Тарсдалляр было установлено, что в литологическом отношении здесь встречаются отложения верхнего мела, палеогена, неогена и акчагыльского апшеронского возраста. На месторождении пробурено свыше 30-ти скважин, из которых в четырех скважинах (№ 1, 4, 8, 9) была получена нефть и вода высокой температуры (90-95ºC). Другие скважин по техническим и геологическим причинам не были доведены до проектируемой глубины.
По результатам опробования скважин вскрывших миоценовые отложения, полученная вода со среднесуточным дебитом 250-600 м^3, с газом, с запахом сероводорода. Минерализация вод составляет 10 г/литр и относятся к гидрокарбонатно-натриево-калиевым.

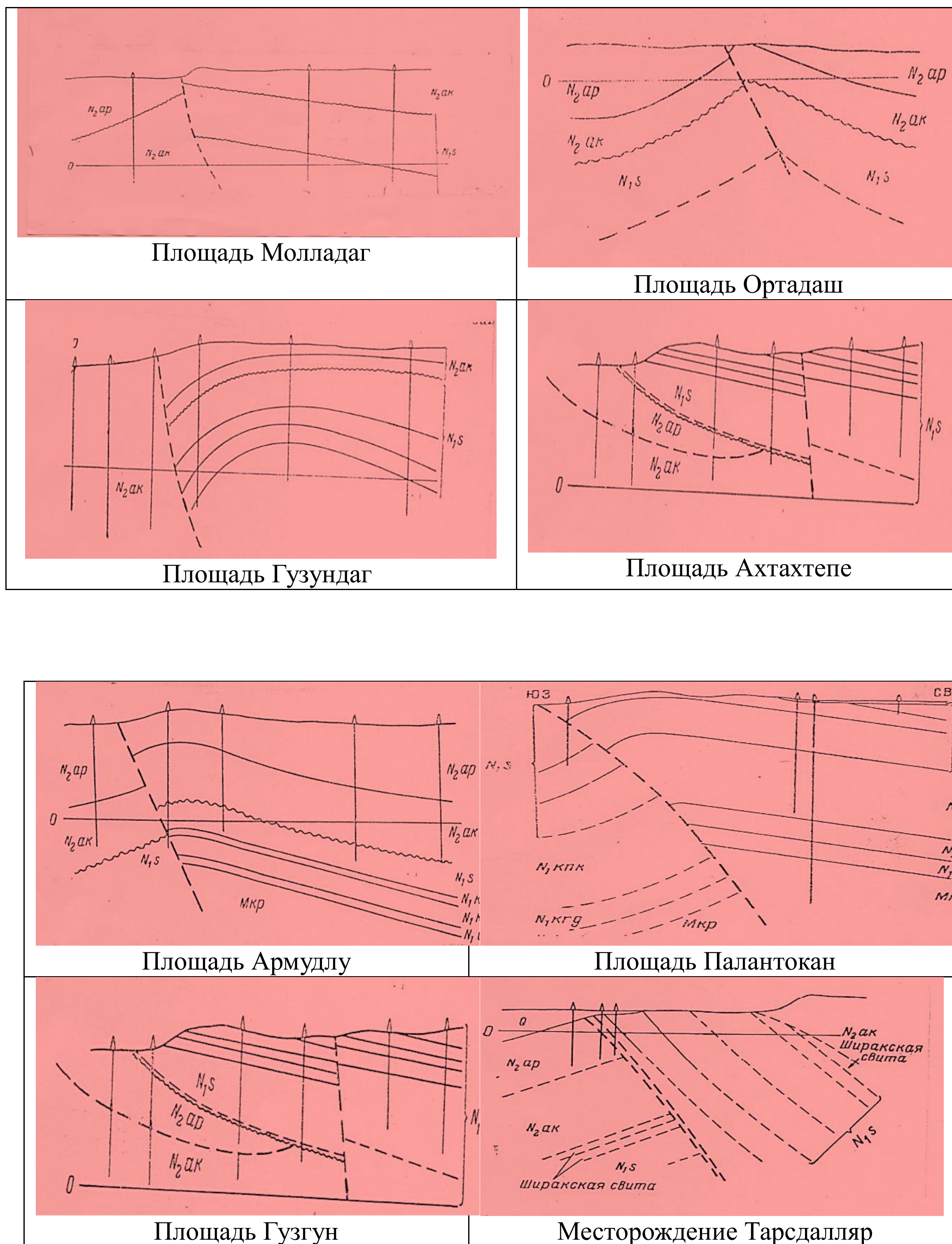


Рисунок 1. Структурные карты месторождений.

Из скважин вскрывших средне-эоценовые отложения получена вода со среднесуточным дебитом 1000-1400 м^3. Минерализация вод колеблется от 10,8 до 31,5 г/литр и относятся к гидрокарбонатно-натриево-калиевым, в некоторых пробах к хлор-магниевым.
Из скважин, вскрывших отложения верхнего мела, была получена вода со среднесуточным дебитом 0,5-50 м^3. Воды гидрокарбонатно-натриево-калиевые с минерализацией 15,1 г/литр.
На устье всех скважин температура воды колеблется в пределах 35- 50^{o}С.
При составлении геотермальной модели 3Д были использованы температурные замеры в скважинах и температурные градиенты рассматриваемых территорий.
На рисунок 2 представлен модель рельефа Самухского района, составленная по данным гипсометрических отметок расположенных нефтегазоносных структур.

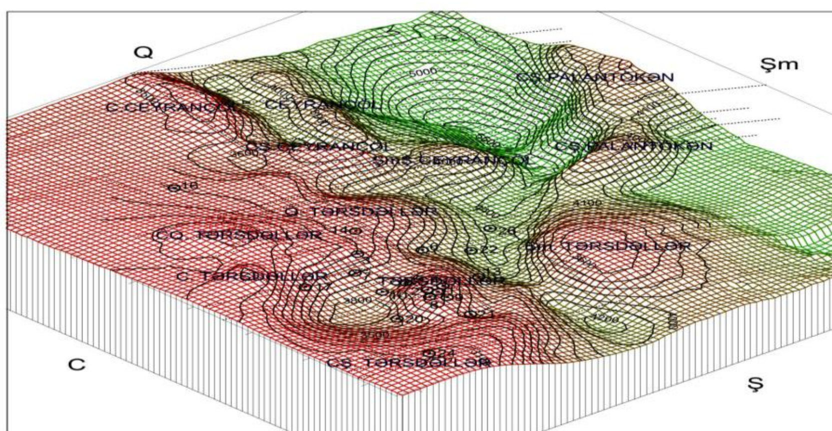
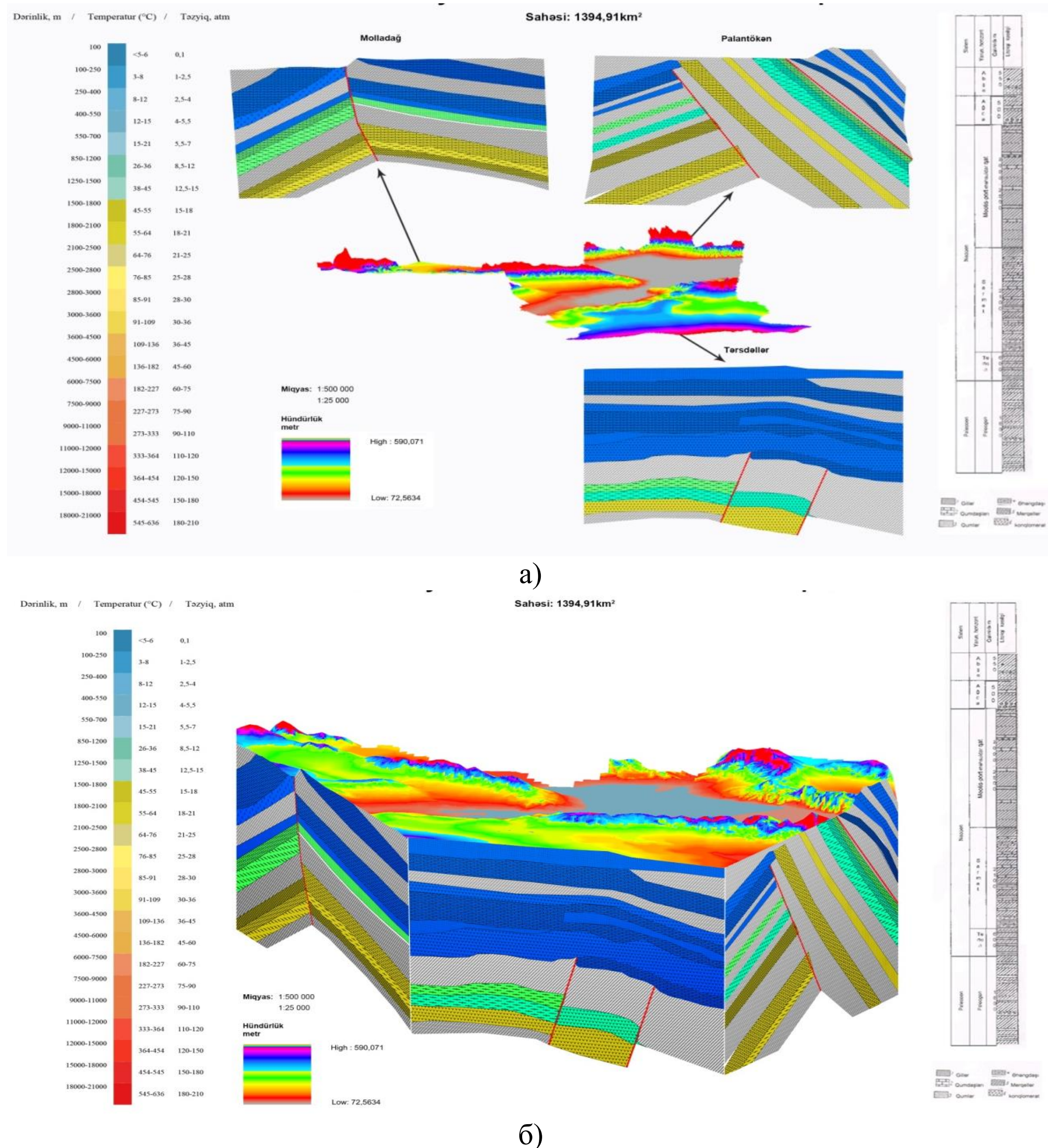


Рисунок 2. Модель рельефа Самухского района составленная по данным гипсометрических отметок расположенных нефтегазоносных структур.

Отметим, что интерес к этому району возникло после того, как на этой территории начало строительства агро-энергетического комплекса, позволяющий обеспечить, питание электроэнергией, теплом парниковых хозяйств, жилищных домов, перерабатывающих заводов и цехов с использованием альтернативных источников энергии, в частности солнца, ветра и геотермальных вод.
В настоящее время на участке агро-энергетического комплекса действует станция солнечных батарей, местного производства, мощностью 2 МгВт. Построены животноводческие помещения, идут работы по сооружению парников, строительство жилых помещений для работников. Намечено довести мощность электроэнергии до 5 – 8 МгВт.
На рисунок 3 представлен модель 3Д для Самухского нефтегазоносного района Нижнекуринской депрессии.



а)

б)

Рисунок 3. Модель 3Д для Самухского нефтегазоносного района Нижне-Куринской депрессии.

Внедрение полученных результатов для получения тепло- и электроэнергии, как один из методов альтернативных источников энергии, в данный момент требует времени и инвестиционных вложений для проведения необходимых текущих и капитальных ремонтов над фондом бездействующих и эксплуатационных скважин, чтобы группировать выделенные термальные воды и получить нужную температуру как на поверхности, так и на глубине в зависимости от технологического подхода.



Заключение: 1. Построенная 3Д модель для рассматриваемого района, позволяет оценить тепло- и энергопотенциал геотермальных вод на поверхности и на глубине их залегания.
2. Топливо-энергетические ресурсы данного месторождения позволяют обеспечить теплом парниковые хозяйства, жилищные дома, перерабатывающие заводы и цеха данного района.

TECHNIQUE FOR CONSTRUCTING A 3D MODEL OF THE GEOTHERMAL POTENTIAL BY THE RESULTS OF GEOPHYSICAL DATA ON THE EXAMPLE OF THE SAMUKH OIL AND GAS-BEARING AREA OF THE LOWER KURINSKY DEPRESSION

Rasim Nəcəfov

Senior Researcher, Research Institute “Geotechnological Problems of Oil and Gas and Chemistry”, Azerbaijan State University of Oil and Industry, Doctor of Geosciences, Azerbaijan.
E-mail: rasim_aliyev@yahoo.com

ABSTRACT

It is known that in the center of the Earth the temperature is about 5000 ^{0}C and in the direction of the earth's crust it decreases. It is also known that the temperature gradient of the Earth is 3 ^{0}C every 100 meters in depth and it is constant throughout the planet. Consequently, the temperature of the Earth's crust is the most beneficial source of heat and energy. It accumulates the energy of the sun and is heated by the focal temperature. In Azerbaijan, at a depth of one meter to 50 meters, the temperature is stable and equal to 5-8 ° C.
Keywords: geothermal energy, Earth's crust temperature, temperature gradient, thermal waters, steam turbines and heat pumps, 3D model of the field.

POLİFUNKSİONAL TƏDBİRİN TƏTBİQİLƏ SULAŞMIŞ ŞTANQLI DƏRİNLİKNASOS NEFT QUYULARININ İSTİSMAR PROSESLƏRİN TƏKMİLLƏŞDİRİLMƏSİ

[1]Vaqif Qurbanov, [2]Səfa Mustafayev, [3]Züleyxa Eyvazova, [4]Fərhad Bayramov, [5]Nəriman Mustafayev

[1]Elmi işlər üzrə direktor müavini, AMEA Neft və Qaz İnstitutu, texnika elmləri doktoru, Azərbaycan.

E-mail: vaqifqurbanov@mail.ru.

[2]Dosent, "Sənaye maşınları" kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, texnika elmləri nanizədi, Azərbaycan. E-mail: safa_mustafaev@mail.ru.

[3]Dosent, "Sənaye maşınları" kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, texnika elmləri nanizədi, Azərbaycan. E-mail: eyvazovaze@mail.ru. https://orcid.org/0000-0002-1239-4567

[4]Dosent, "Sənaye maşınları" kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, texnika elmləri nanizədi, Azərbaycan. E-mail: farxadbayram@mail.ru.

XÜLASƏ

Azərbaycanda Abşeron arxipelağı yataqlarında və Xəzər dənizi akvatoriyasının azərbaycan sektorundakı neft yataqlarında əsasən baş verən mürəkkəbləşmələrin növləri göstərilmışdir; bunlardan ən geniş yayılanları və tez-tez baş verənləri ştanqlı dərinliknasos quyuları məhsulunun sulaşmasıdır və qum təzahürlərinin intersivləşməsidir.

Burada mürəkkəbləşmələrin baş verməısinin qarşısını qabaqcadan alan, yaxud onların mənfi təsirini azaldan qsulları onların ləğvi üsullarına nisbətən çox məqsədyönlü olması qeyd edilmişdir.

Sulaşmış ştanqlı dərinliknasos neft quyularında lay sularının universal hidrodinamik üsulla təcrid olunması təklif edilmişdir; bu üsulda laydakı suyun qarşısında bərk baryer deyil maye baryer yaradılsın, özü də sotəcridedici maye kimi yüksək özlülü ölü (qazsız) neft götürülsün, hansının xüsusi çəkisi lay suyununkinə bərabər olsun.

Məqalədə çoxfunksiyalı tədbirin quyuların müxtəlif tədqiqat üsullarının aparılmasında beş funksiyasının istifadəsi aşağıdakilardı:

I. Quyudakl mayedə mayenin miqdarını artırmaq və ondakı qum hissəcikləri konsentrasiyasını azaltmaq üçün boruarxası fəzayə təmiz mayenin tökülməsi.

II. Mancanaq dəzgahının işini dəyandərəlmadan, boruarxası fəzaya təmiz mayenin əlavə edilməsi və ya aqreqatla vurulması ilə onun səviyyəsini statik vəziyyətindən bir neçə metr yuxarı qaldırılması.

III. Mancanaq dəzgahının işini dayandırmadan özlü-plastik neft verən ştanqlı dərinliknasos quyularında P_k, ΔP_o və G kəmiyyətlərinin giymətlərinin təyinində.

IV. Lay təzyiqini ən sadə üsulla təyin etmək üçün quyunun məhsulunun hamısını boruarxası fəzayə şlanqla tökmək.

V. İkitərəfli bərpa əyriləri üsulunda birinci aşağı əyrini mancanaq dəzgahının işini dəyandırmadan çıxaranda.



VI. Sulaşmış neft quyusunun indikator diaqranlarını S-i və n-i dəyişdirmədən çıxarılması üsulunu tətbiq edəndə.
Beləliklə, çoxfunksiyalı tədbirin tətbiqilə baxılan quyuların istismarı göstəriciləri yaxşılaşır və böyük iqtisadi səmərə əldə edilir.
Açar sözlər: polifunksional tədbir, sulaşmış quyu, qum təzahürü, korroziya, eroziya, yeyilmə, mürəkkəbləşmə, boruarxası fəza, qumun mayedə konsentrasiyası, bərpa əyrisi.

Məlumdur ki, neft quyularının istismarını həyata keçirəndə çox saylı mürəkkəbləşmələr, nasazlıqlar, qəzalar və digər xoşagəlməz hadisələr baş verirlər. Ştanqlı dərinliknasos neft quyularında da özlərinə məxsus analoji xoşagəlməz hadisələr müşahidə olunurlar və demək olar ki, digər istismar üsulları ilə işləyən quyulara nisbətən tez-tez və çox sayda təzahür edirlər.
Azərbaycanda Abşeron arxipelaqı neft yataqlarında və Xəzər dənizi akvatoriyasının azərbaycan sektorundakı yataqlarda əsasən aşağıdakı mürəkkəbləşmələr baş verirlər:

1) istismar neft quyularının sulaşması;
2) qum təzahürlərinin intinsivləşməsi;
3) qaldırıcı nasos-kompressor boru (NKB) kəmərində parafin kristallarının çökməsi;
4) NKB kəmərində duzların çökməsi;
5) yerüstü quyuağzı və yeraltı avadanlıqların korroziyadan, eroziyadan və sürtünərək yeyilmədən sıradan çıxması və s.

Ümumiyyətlə mürəkkəbləşmələrlə mübarizə üsulllarını iki qrupa bölmək olar:

1. Mürəkkəbləşmələrin baş verməlerinin qarşısını alan, yaxud onların mənfi təsirini azaldan üsullar.
2. Baş vermiş mürəkkəbləşmələrin ləğv edilməsi üsulları.

Bu qrupların hər birində bir neçə müxtəlif üsullar vardır.
Azərbaycanda neftçıxaran mütəxəssislərinin çoxillik təcrübəsindən məlum olmuşdur ki, ən geniş yayılan və neft-qaz hasilatının artırılmasına ən çox zərər vuran mürəkkəbləşmələrin sayı ikidir:

1) neft quyuları məhsullarının sulaşması;
2) qum təzahürlərinin intensivləşməsi.

Ştanqlı dərinliknasos neft quyularının sulaşması nəticəsində aşağıdakı fəsadlar yaranırlar:

- sulaşmış ştanqlı dərinliknasos quyularının istismarı davam etdikcə su debitləri artır, neft debitləri isə azalır, çünki suyun lay şəraitindəki özlülüyü neftinkinə nisbətən bir neçə dəfə aşağı olur; lay suyunun sıxlığı neftinkindən böyük olur; ona görə nefti laydan çıxaran və yer səthinə qaldıran ümumi depressiyanın payı azalır, lay suyuna düşən payı isə artır;
- su debitləri artdıqları üçün quyudibi zonadan qun hissəciklərinin və digər mexaniki qarışıqların xaric edilən miqdarı artır; orada ovudlar əmələ gəlirlər; məhsuldar layın üstündə, yuxarıdakı süxurlar uçulub aşağı tökülürlər və istismar kəmərini deformasiyaya məruz qoyurlar.

Bu formasiyalarının növləri aşağıdakılardır:

2) kəmərin əzilməsi;
3) kəmərin sınması;
4) kəmərin qırılması.

Bunlar əsaslı təmir briqadaları tərəfindən aradan qaldırılırlar:

- sulaşmış quyulardan hasil edilmiş səmt sularının miqdarı çox olur; neft mədənlərinə yaxın ərazilərdə böyük göllər yaradırlar; səmt suları çirkli sulardır, tərkibində duzlar və turşular

olan qumdan (bəzilərində hidrogen-sulfid qazları da olurlar), ətraf mühiti, atmosferi və dənizi zəhərləyirlər, yaşıllığı məhv edirlər və s.;

- səmt suları yerüstü ağız və yeraltı avadanlıqları korroziyaya, eroziyaya məruz qoyurlar, abraziv təsir edərək onları sıradan çıxarırlar.

2012-ci ilədək sulaşmış neft quyularında lay sularını təcrid etmək üçün və ya onların laydan quyuya gəlməsini məhdudlaşdırmaq üçün, layda onların qarşısında xüsusi sutəclidedici kompozisiyalarla bərk baryer yaradılırdı. Bu baryer həm lay sularının, həm də lay neftinin quyuya axmasını qoymurdu. Lay neftinin qarşısında quyudibi süzgəcdə 4-5 dəfə təkrar perforasiya edilirdi, ya zəif neft axını alınırdı, yaxud da alınmırdı və quyudibi süzgəc dağılıb sıradan çıxırdı.

2012-ci ildə [6] qrant layihəsindəki təkliflə laydaki suların qarşısında ölü (qazsız) neftdən maye baryer yaradılmışdır; həm kontur və həm də daban suları universal hidrodinamik üsulla təcrid edilmişdir [7].

Bu məqalədə polifunksional tədbirin tətbiq edilməsilə, sulaşmış ştanqlı dərinlik nasos quyularının istismarı proseslərinin təkmilləşdirilməsi üsullarından ətraflı izahatlar verilmişdir.

Polifunksional tədbir ştanqlı dərinliknasos neft quyularının boruarxası fəzasına mayenin əlavə edilməsinə, yaxud oraya nasos aqreqatı ilə vuralmasına demişik. Ona görə polifunksional demişik ki, bu bir tədbir həyata keçiriləndə müxtəlif tədqiqat üsullarında bir neçə funksiyaları icra edir.

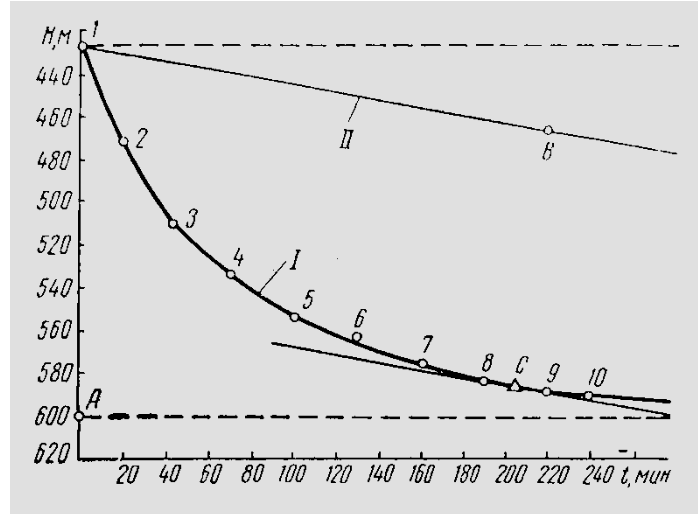
Azərbaycanda 50 ildən çox vaxt keçmişdir ki, dəniz yataqlarının işlənməsinə başlanmışdır (Neft daşlarında).

Bundan qabağki illərdə çoxfunksiyalı adlandırdığımız bu tədbirin birinci funksiyasından istifadə etməyə başlanmışdır və hal-hazırda istifadə etməklə davam edilir.

Birinci funksiya yerinə yetiriləndə nələrə nail olunur? Boruarxasına təmiz mayeni əlavə edəndə (özü də sabit sərflə) məhsuldaki mayenin miqdarı artır və qumun (mexaniki qarışıqların) bu mayedəki konsentrasiyası azalır və onların quyudan xaric edilməsin prosesi yaxşılaşır; deməli bu tədbirlə quyunun istismarı yaxşılaşır.

Mancanaq dəzgahının işini dayandırmadan lay təzyiqinin təyin edilməsinin yeni üsulunda polifunkional tədbirin **ikinci** funksiyası yerinə yetirilir. Burada quyu işləyə-işləyə onun boruarxası fəzasınamüəyyən miqdarda təmiz maye əlavə edilir, yaxud aqreqatla vurulur və quyuda maye səviyyəsi özünün statik vəziyyətindən bir neçə metr yuxarı qaldırılır; mayenin əlavə edilmisi dayandırılır və ləngimədən dinamik səviyyənin aşağı düşməsi exometrlə izlənir və bir əyri qurulur – $H^{din} = f(t)$, burada H^{din} – dinamikmaye səviyyəsinin dərinliyi, t – zamandır. Bundan sonra nasosun xarakteristikası – h = f(t) qurulur; bu maili düz xətt şəklində alınır və əyrinin birinci nöqtəsindən çıxır.

Əyriyə nasosun xarakteristikasına paralel bir toxunan düz xətt keçirilir. Toxunma nöqtəsinin ordinatı quyudakı statik maye səviyyəsinin dərinliyini verir; buna əsasən lay təzyiqinin qiyməti hesablanır [1] (şəkil1).

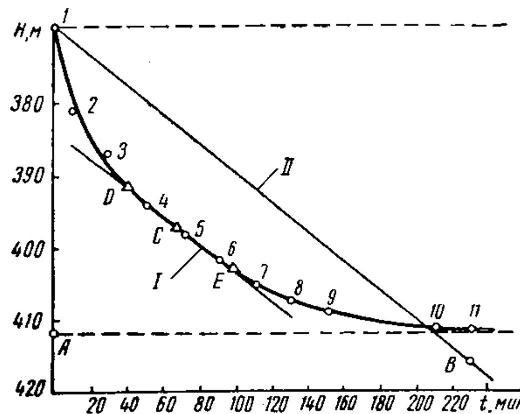


Şəkil 1. İkinci funksiyanın tətbiqi qrafikləri.

Çoxfunksiyalı tədbirin **üçüncü** funksiyası özlü-plastik neft verən ştanqlı dərinliknasos neft quyularında mancanaq dəzgahının işini dayandarmadan lay təzyiqinin, başlanğıc təzyiq düşgüsünün və başlanğıc təzyiq qradiyentinin qiymətləndirini təyin edəndə istifadə olunur. Burada əvvəlcə, birinci üsulda olduğu kimi dinamik maye səviyyəsinin bərpası əyrisi qurulur və nasosun xarakteristikası qurulur. Əyrinin ortasında bir maili düz xətt parçası alınır və onun üç nöqtələrinin ordinatlarına əsasən P_{lay}, ΔP_o və G tapılırlar (şəkil 2).

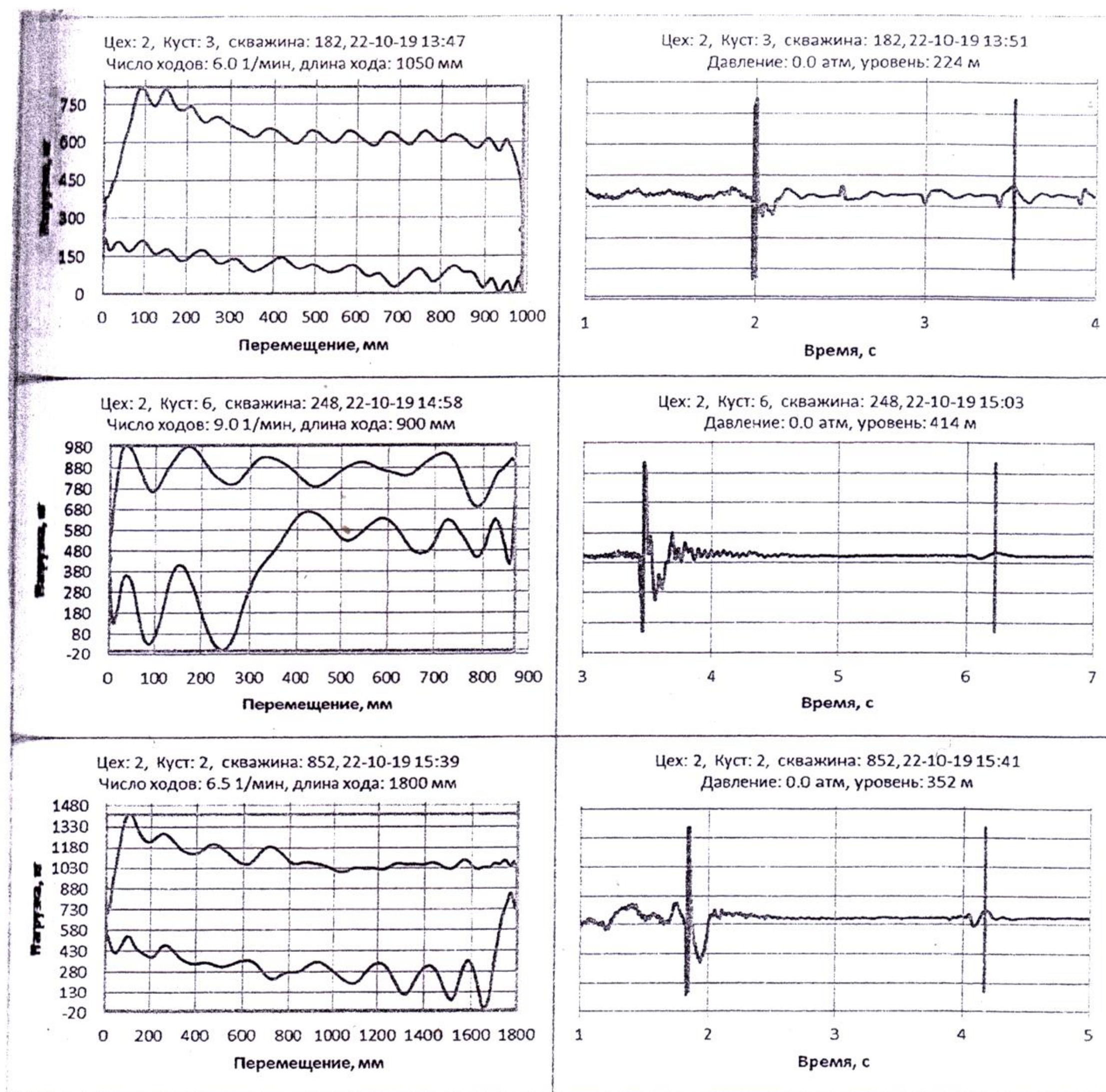
Çoxfunksiyalı tədbirin **dördüncü** funksiyası ştandlı dərinliknasos neft quyularında lay təzyiqinin təyin edilməsinin ən sadə üsulunda istifada edilmişdir [3, 4].

Bu üsulda ştanqlı dərinliknasos neft quyusunu verdiyi məhsulun hamısı şlanq vasitəsilə özünün boruarxası fəzasına tökülür. Quyunun maye səviyyəsi yuxarıya qalxır; bunun nəticəsində quyudakı maye sütununun hündürlüyü artır, dinamik quyudibi təzyiq artır, quyuya daxil olan maye debiti də azalır. Mədəndə heç bir quyuda qərarlaşmamış axınlarda hidrodinamik tədqiqat üsulu yerinə yetirilib, dib təzyiqinin bərpası əyriləri təqribən bilirlər.

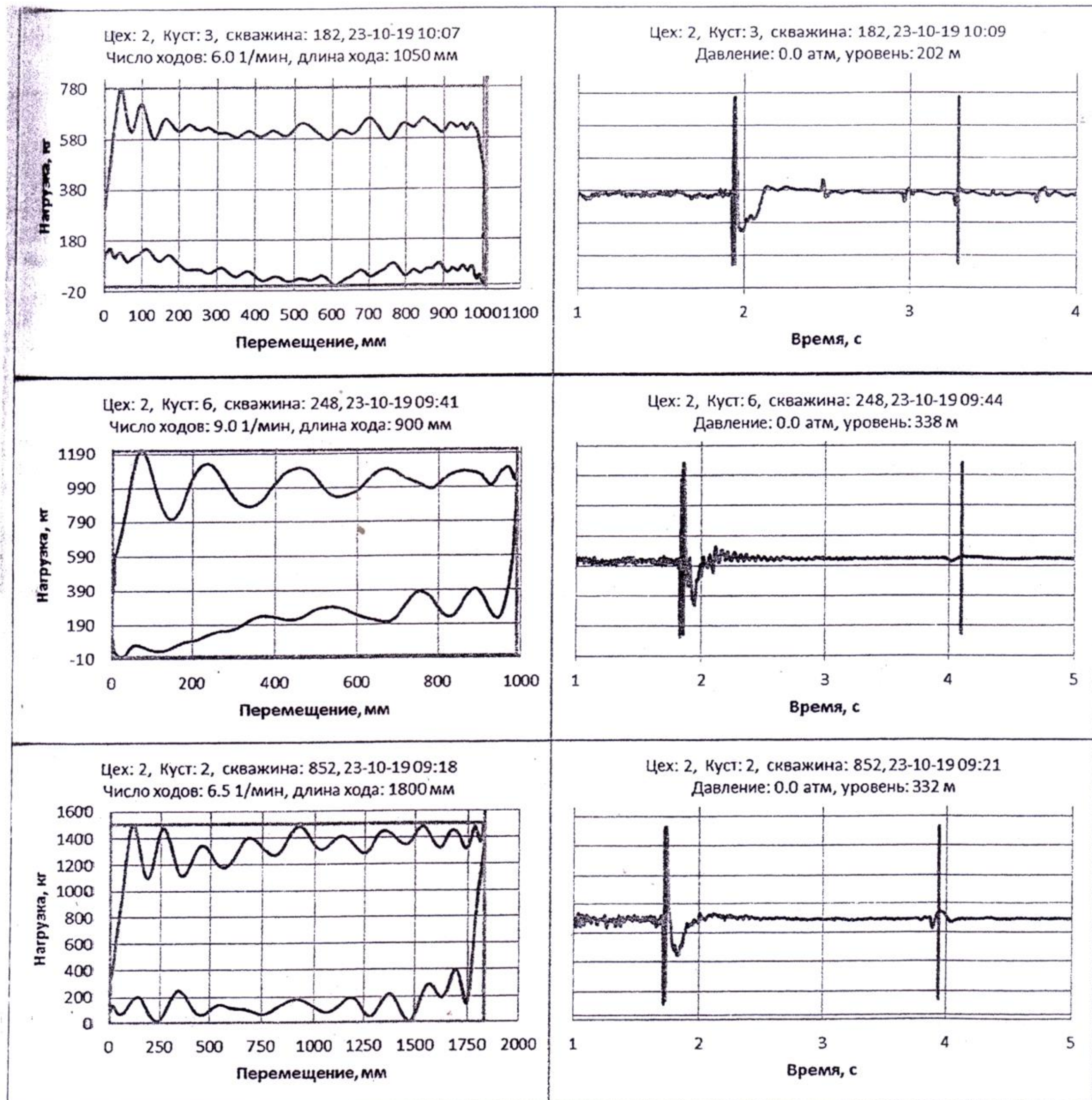


Şəkil 2. Üçüncü funksiyanın tətbiqi qrafikləri.

Yuxarıda yazılmış axırıncı tədqiqat üsulunda təzyiqin bərpası vaxtı başa çatan anda, şlanq ayrılır və quyunun bütün məhsulu atqı xəttinə keçirilir və ləngimədən statik səviyyənin dərinliyi exometrlə ölçülür və lay təzyiqinin qiyməti hesablanır (şəkil 3, 4).

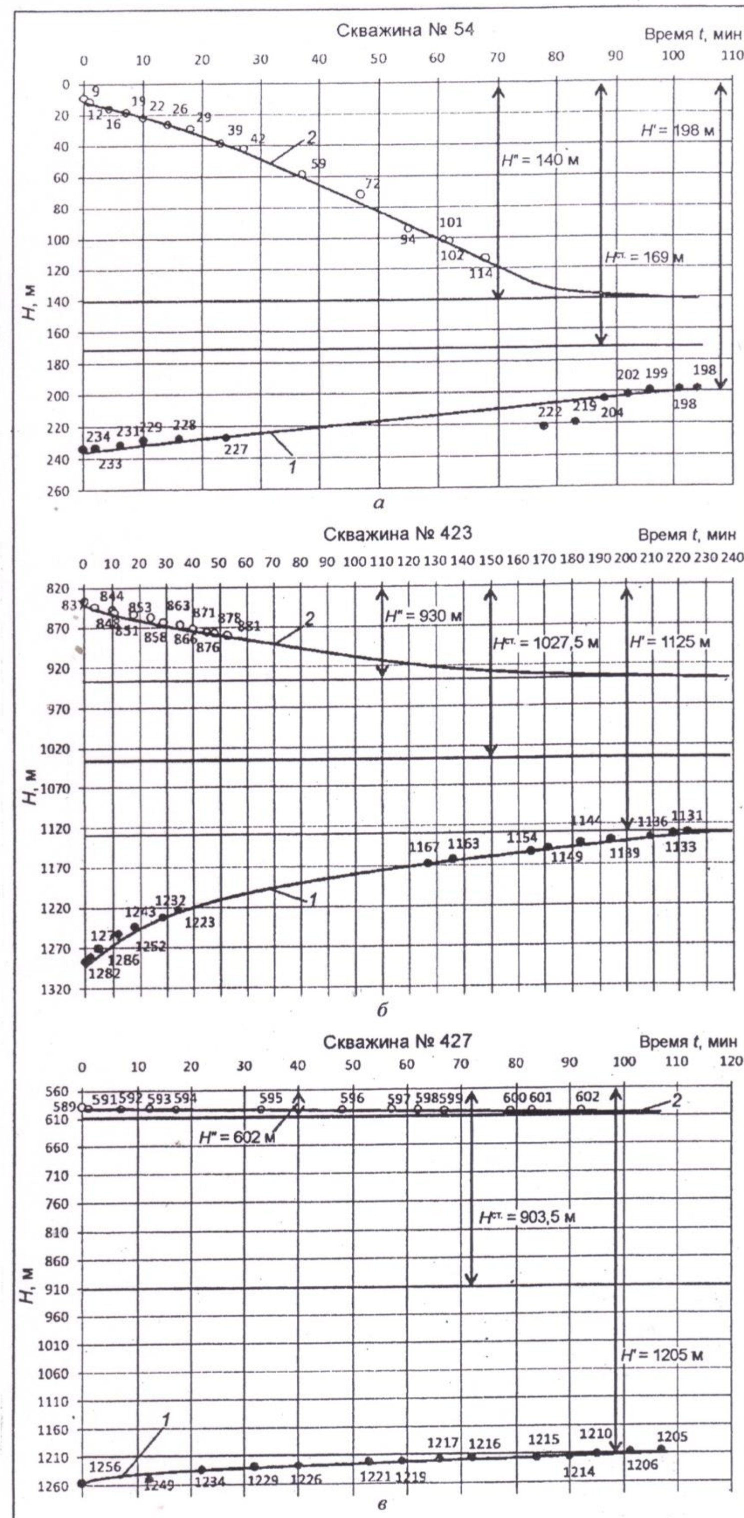


Şəkil 3. Üsulun tədbiqinin başlanmasınadək mədən tədqiqatlarının nəticələri.



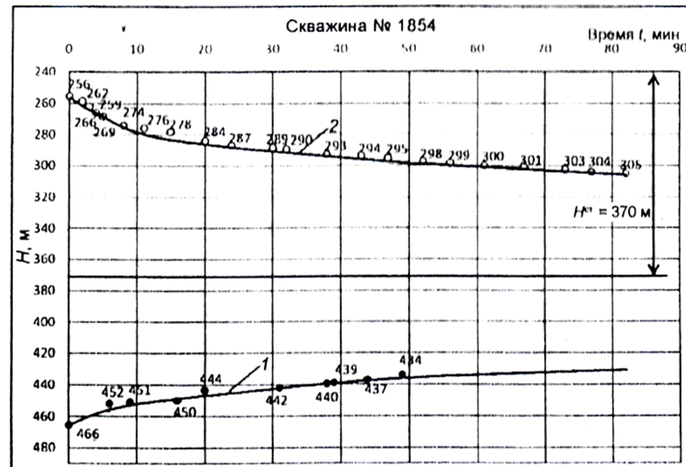
Şəkil 4. Üsulun tədbiqinin sonunda mədən tədqiqatlarının nəticələri.

Çoxfunksiyalı tədbirin **beşinci** funksiyası yüksək özlülü nyuton neft və özlü-plastik neft verən ştanqlı dərinliknasos quyularında ikitərəfli bərpə əyrilərinin çıxarılma üsulunda da istifadə edilmişdir. Bu üsulda indiyədək bu əyrilərin birincisinin (aşağıdakını) çıxaranda quyunun (yeni mancanaq dəzgahının işi) dayandırılırdı. [3, 4] işlərdəki üsul kəşf edildikdən sonra, burada da tətbiq edilir və birinci əyri də quyu işləyə-işləyə çıxarılır (şəkil 5, 6, cədvəl.1).



Şəkil 5. Özlü-plastik neft verən ştanql dərinliknasos neft quyularında çıxarılmış səviyyənin ikitərəfli bərpa əyriləri.





Şəkil 6. Yüksək özlülü nyuton nefti verən ştanql dərinliknasos neft quyularında çıxarılmış səviyyənin ikitərəfli bərpa əyriləri.

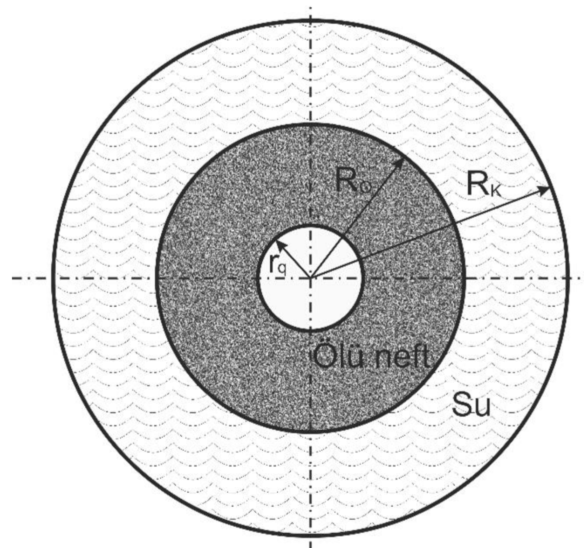
Cədvəl 1. Qurulmuş əyrilərin cari nöqtələrinin koordinatları

Скв. 54				Скв. 423				Скв. 427				Скв. 1854			
№	Время замера	t, мин	$H^{дин.}$, м	№	Время замера	t, мин	$H^{дин.}$, м	№	Время замера	t, мин	$H^{дин.}$, м	№	Время замера	t, мин	$H^{дин.}$, м
1	11:29	–	251	1	11:12	–	1312	1	12:03	–	1264	1	11:18	–	478
2	11:45	0	234	2	11:13	0	1286	2	12:08	0	1256	2	11:24	0	466
3	11:47	2	233	3	11:15	2	1282	3	12:20	12	1249	3	11:30	6	452
4	11:51	6	231	4	11:18	5	1271	4	12:30	22	1234	4	11:33	9	451
5	11:55	10	229	5	11:25	12	1252	5	12:40	32	1229	5	11:40	16	450
6	12:01	16	228	6	11:31	18	1243	6	12:48	40	1226	6	11:44	20	444
7	12:09	24	227	7	11:41	28	1232	7	13:01	53	1221	7	11:55	31	442
8	13:03	78	222	8	11:47	34	1223	8	13:07	59	1219	8	12:02	38	440
9	13:08	83	219	9	13:20	127	1167	9	13:14	66	1217	9	12:03	39	439
10	13:13	88	204	10	13:29	136	1163	10	13:20	72	1216	10	12:08	44	437
11	13:17	92	202	11	13:58	165	1154	11	13:32	84	1215	11	12:13	49	434
12	13:21	96	199	12	14:04	171	1149	12	13:38	90	1214	1	13:19	0	256
13	13:26	101	198	13	14:16	183	1144	13	13:43	95	1210	2	13:21	2	259
14	13:29	104	198	14	14:27	194	1139	14	13:49	101	1206	3	13:22	3	262
1	14:37	0	9	15	14:42	209	1136	15	13:55	107	1205	4	13:23	4	266
2	14:38	1	12	16	14:51	218	1133	1	14:32	0	589	5	13:24	5	269
3	14:41	4	16	17	14:56	223	1131	2	14:33	1	591	6	13:27	8	274
4	14:44	7	19	1	15:57	0	837	3	14:39	7	592	7	13:30	11	276
5	14:47	10	22	2	16:01	4	844	4	14:44	12	593	8	13:34	15	278
6	14:51	14	26	3	16:07	10	848	5	14:49	17	594	9	13:39	20	284
7	14:55	18	29	4	16:08	11	851	6	15:05	33	595	10	13:43	24	287
8	15:00	23	39	5	16:15	18	853	7	15:20	48	596	11	13:49	30	289
9	15:04	27	42	6	16:21	24	858	8	15:29	57	597	12	13:51	32	290
10	15:14	37	59	7	16:26	29	863	9	15:34	62	598	13	13:57	38	293
11	15:24	47	72	8	16:32	35	866	10	15:39	67	599	14	14:02	43	294
12	15:32	55	94	9	16:37	40	871	11	15:51	79	600	15	14:06	47	295
13	15:38	61	101	10	16:42	45	876	12	15:55	83	601	16	14:11	52	298
14	15:39	62	102	11	16:45	48	878	13	16:04	92	602	17	14:15	56	299
15	15:45	68	114	12	16:50	53	881					18	14:20	61	300
												19	14:26	67	301
												20	14:32	73	303
												21	14:36	77	304
												22	14:41	82	305

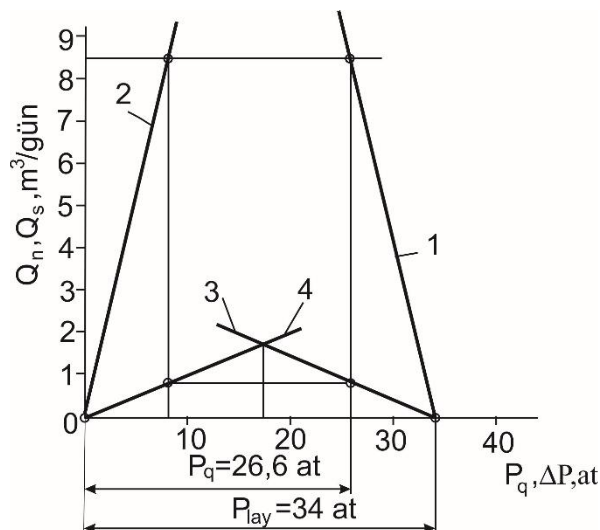
Çoxfunksialı tədbirin **altıncı** funksiyası mancanaq dəzgahının ştanqların asqı nöqtəsinin gediş yolu S-i və gedişlərin sayı n-i dəyişdirmədən, quyu işləyə-işləyə iş rejiminin dəyişdirilməsinin yeni üsulundan istifadə ediləndə yerinə yetirilir. Bu üsulun mahiyyəti aşağıdakılardan ibarətdir.

S-i və n-i dəyişdirmək olmaz, biz bundan imtina edirik, çünki onda aşağıdakı fəsadlar yaranır:
- quyunun neft və qaz hasilatı azalır;
- mancanaq dəzgahında ağır detalları olan düyünlərdə sökülmə və quraşdırma işləiri aparıldığı üçün bədbəxt hadisə baş verə bilər;
- düyünlərin detalları yeyilib sıradan çıxa bilər və təmirlərə ehtiyac olar və s.

Təklif edilən yeni üsulda lay təzyiqi yuxarıda qeyd edilmiş ən sadə üsulla təyin edilir; bu indikator diaqramının bir nöqtəsi olur (absıs – dib təzyiqləri oxunda yerləşir).
Quyu işləyə-işləyə onun boruarxası fəzasına onun öz rejimindəki debitinin bir hissəsi qədər sabit sərflə maye əlavə edilir (məsələn 1/3 hissəsi qədər), onda laydan quyuya gələn debit 2/3 hissəsi qədər olur; exometrlə dinamik səviyyə ölçülür və dinamik dib təzyiqi hesablanır. Üçüncü nöqtəni almaq lazım gələndə (əgər indikator diaqramı əyri xətlidirsə), boru arxası fəzaya quyunun öz rejimindəki debitinin başqa hissəsi qədər (məsələn, 2/3-i qədər) maye sabit sırflə əlavə edilir, bu zaman laydan gələn debit 1/3 hissəsi qədər olur; səviyyə ölçülür və diaqramın üçüncü nöqtəsi qurulur.
Əgər ştanqlı dərinliknasos neft quyusunun məhsulu sulaşmışdırsa, onda həm neft üçün həm də su üçün debitlərin hissələri qədər mayelər boruarxası fəzaya tökülürlər (şəkil 7).
Çoxfunksiyalı tədbirin bütün bu beş funksiyalarını tədqiqat işlərində istifadə etdikdə istismar proseslərinin aparılmasında əhəmiyyətli dərəcədə iqtisadi səmərə əldə etmək mümkündür.
Şəkil 8-də quyu № 183-ün indikator diaqramlar göstərilmişdir.



Şəkil 7. Ölü nefti laya vurduqdan sonra quyunun təkrar sulaşması müddətinin hesablanması üçün yatağın sxemi.



Şəkil 8. Quyu № 183-ün indikator diaqramları: 1, 2 – su üçün, 3, 4 – neft üçün

Nəticələr: 1. Məqalədə Azərbaycanda Abşeron arxipelaqı neft yataqlarında və Xəzər dənizi arvatoriyasının azərbaycan sektorunda baş verən mürəkkəbləşmələrin haqqında ətraflı məlumatlar verilmişdir.
2. Göstərilmişdir ki, ən çox və tez-tez baş verən mürəkkəbləşmələr ştanqlı nasos quyuları məhsulunun vaxtəndan qabaq sulaşmasıdır və qum təzahürlərinin intensivləşməsidir.
3. Polifunksional tədbirin altı funksiyasının istifadə edilməsi işıqlandırılmasıdır və onların mahiyyətləri izah edilmişdir.
4. Bu tədbirin aşağıdakı məqsədlərlə istifadə edilməsi göstərilmişdir: quyularda maye məhsulundakı qum hissəciklərinin yaxşılaşdırma; mancanaq dəzgahının işini dayandırmadan lay təzyiqin qiymətinin təyin edilməsi, quyunun iş rejiminin yeni dəyişdirilməsi.
5. Sulaşmış ştanqlı dərinliknasos neft quyularının istismar parametrlərinin bu tədbirin tədbiqilə təyin edilməsi təklif edilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Мустафаев С.Д. Новый способ определения пластового давления в глубинно-насосных скважинах. НХ, № 8, 1968, с.6.
2. Самедов Т.А., Мустафаев С.Д. и др. Определение статического давления пластов, содержащих высоковязкие ньютоновские и вязкопластичные нефти методом двух-стороннего восстановления давления. Москва. Нефтепромысловое дело. ВНИИОНГ, № 12, 2016, с.41-46.
3. Мустафаев С.Д., Кулиев Р.А., Ханалиев В.Г. Новый способ определения пласто-вого давления в штанговых глубинонасосных скважинах. Булатовские чтения. Материалы IV международной научно-практической конференции. (31 марта 2020). Сборник статей. Том 2. Раработка нефтяных и газовых месторождений. С. 337-343.

4. Мустафаев С.Д., Кулиев Р.А., Ханалиев В.Г. Новый способ определения пластового давления в штанговых глубинонасосных скважинах. Междунаодный научно-исследовательский журнал. № 2 (92). 2020. Часть 1, февраль. С.91-104.
5. Гумбатов Г.Г., Дащдиев Р.А. Химические реагенты, применяемые при добыче, подготовке нефти и газа. Справочник. Том 2. Баку: Елм. 1999. 376 с.
6. Quliyev R.A. Kontur suyu ilə sulaşmış neft quyularında faza keçiriciliklərinin təyini. EKO ENERGETİKA elmi-texniki jurnal. № 8, 2012, c.63-67 İSSN-1816-2126.
7. Quliyev R.A. Sulaşmış neft quyularında süxurların neftə və suya görə faza keçiriciliklərinin təyini. ANT, № 4, 2013, c. 52-55.

Bu iş Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmi İnkişaf Fondunun maliyə dəstəki ilə yerinə yetirilmişdir. Qrant № EİF/MQM/ Elm-Təhsil-1-2016-1 (26)-71/01/2.

IMPROVEMENT OF THE OPERATION PROCESS OF WATERED DEEP OIL PUMP WELLS BY APPLICATION OF POLYFUNCTIONAL MEASURES

[1]Vaqif Gurbanov, [2]Safa Mustafayev, [3]Zuleykha Eyvazova, [4]Farhad Bayramov, [5]Nariman Mustafayev

[1]Deputy Director for Scientific Affairs, ANAS Institute of Oil and Gas, doctor of sciences, Azerbaijan. E-mail: vaqifqurbanov@mail.ru.

[2]Dosent, "Industrial machines" department, Azerbaijan State Oil and Industry University, PhD in Technical Sciences,Azerbaijan. E-mail: safa_mustafaev@mail.ru.

[3]Dosent, "Industrial machines" department, Azerbaijan State Oil and Industry University, PhD in Technical Sciences, Azerbaijan. E-mail:eyvazovaze@mail.ru. https://orcid.org/0000-0002-1239-4567

[4]Dosent, "Industrial machines" department, Azerbaijan State Oil and Industry University, PhD in Technical Sciences, Azerbaijan. E-mail: farxadbayram@mail.ru.

ABSTRACT

The article shows the types of complications that occur mainly in the fields of the Absheron archipelago in Azerbaijan and in the oil fields of the Azerbaijani sector of the Caspian Sea; the most common and frequent of them are the watering of the production of sucker rod pumping wells and the intensity of sand manifestations.
It is noted that methods that prevent complications or reduce their negative impact are more appropriate than methods for their elimination.
It is proposed to isolate formation water in flooded sucker-rod pumping oil wells using a universal hydrodynamic method; In this method, a liquid barrier should be created in front of the water in the formation, and not a solid barrier, and high-viscosity dead (non-gaseous) oil



should be taken as a separating fluid, the specific gravity of which should be equal to the specific gravity of the formation water.

The article uses the following five functions of multifunctional measures when carrying out various well survey methods:

I. Pouring clean fluid into the annulus to increase the amount of fluid in the wellbore and reduce the concentration of sand particles in it.

II. Without stopping the operation of the pumping unit, adding clean oil to the annulus with the help of a unit, raise its static level several meters higher.

III. Determination of values of P_k, ΔP_o and G in rod deep well pumping wells producing viscous-plastic oil without stopping the operation of the pumping unit.

IV. To determine the reservoir pressure in the simplest way, all well production is drained with a hose into the annulus.

V. When removing the first lower curve by the method of two-sided restoration of curves without stopping the operation of the pumping unit

VI. When applying the extraction method without changing the indicator diagrams S and n of water-cut oil wells.

Thus, the use of multifunctional measures improves the performance of the considered wells and provides great economic benefits.

Keywords: polyfunctional measure, irrigated well, sand manifestation, corrosion, erosion, wear, complication, pipe space, sand concentration in liquid, recovery curve.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПАКЕРОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ

Арзу Сулейманова

Старший лаборант, диссертант, Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, кафедра "Промышленные машины", Азербайджан. E-mail: ar.suleymanova@mail.ru.
https://orcid.org/0000-0002-9936-7608

РЕЗЮМЕ

На основе микромеханической модели прочности на растяжение полимерного композита показано, что в отличие от случая адгезии между двумя полимерами, когда наблюдается линейная корреляция между толщиной межфазной области и уровнем межфазной адгезии, прочность межфазной границы в нанокомпозитах типа «полимер-высокомодульный наполнитель» снижается по мере роста ее толщины. Установлена зависимость прочности на растяжение полимерных нанокомпозитов от свойств материала и уровня межфазного взаимодействия.
Ключевые слова: модель прочности, межфазовая адгезия, нанокомпозит, материал для уплотнения, пакер.

Актуальность темы: Пакеры, по функциональному назначению, являются скважинными уплотнителями и их классическое назначение – разобщение пласта с затрубным пространством или двух пластов между собой. Пакеры применяют в обсадных колоннах нефтяных, газовых и нагнетательных скважин при их эксплуатации и ремонте. Часто они применяются для герметизации нарушенных участков обсадной колонны и зон затрубного пространства, расположенных выше и ниже пакеров.
Пакер эксплуатируется в жестких условиях, включая перепады давления в интервале от 7 до 70 МПа, температурных изменений от 40 до 100°C, а при тепловом воздействии на пласт последнее достигает в некоторых случаях 300…400°C.
В конструкциях нефтяных скважинных пакеров в качестве уплотняющего элемента используются резины различных марок, композиционные материалы и др. [1, 2]. К ним, помимо повышенных физико-механических свойств, также предъявляется обеспечение высокой эластичности. Последние годы, при выборе уплотнительного материала для пакеров используются композиционные материалы с нанонаполнителями.
Известно [3, 4, 5], что определяющую роль в формировании свойств полимерных нанокомпозитов играют межфазные слои. Они служат армирующим элементом структуры полимерных нанокомопозитов наряду с нанонаполнителем. С учетом этого факта, межфазные области приобретают особое значение при формировании структурных свойств полимерных композитов. Принципиально важным в случае полимерных нанокомпозитов представляется исследование размерного эффекта наполнителя и размерных характеристик межфазного слоя, что необходимо для количественного определения одного их важных показателей полимерных композитов – степени их



усиления [6]. В ходе технологических процессов приготовления дисперсно-наполненных полимерных композитов всегда происходит агрегация частиц исходного наполнителя (нанонаполнителя) в более или менее крупные агрегаты. Агрегация играет важную роль в формировании микроскопических свойств композитов. В среде полимерных матриц процесс агрегации влияет также и на макроскопические свойства композитов, наиболее важными из которых являются упругость и прочность, характеризуемые модулем упругости и напряжением разрушения.

Целью работы является исследование зависимости прочности межфазного слоя от его структурных характеристик композиционного материала с полимерной матрицей и высокомодульной наночастицей.

Выбор материала и методы исследования: В качестве материала был выбран композит, в рецептурный состав которого входят следующие компоненты: матрицу композиционного материала составляет бутадиен-нитрильный каучук (БНК), а наполнителем – наномедь, с размерами 40-80 нм. При этом для улучшения литьевых свойств, т.е. для обеспечения хорошей вязкости, пластичности и формуемости в состав композита был включен ряд пластификаторов, растворитель и др. (см.таблица 1).

Таблица 1. Состав композита, для изготовления уплотнительного элемента пакера

Наименование элементов состава композита	Содержание элементов в составе, %			
	I	II	III	IV
Бутадиен-нитрильный каучука (БНКС-28)	90	83	100	100
Наномедь-напольнитель*	0,5 60	1,0 60	1,5 60	2,5 60
ПЭПА	2	3	5	10
Глицерин	1,0	1,5	2,0	2,5
сера	0,5	1,0	1,5	2,0
Альтакс	1,0			
Каптакс	1,5			
Стеарин	1,0			
Технический графит.0,5-2	3,0	5,0	10	12
пластификатора включен ПЭФ-1, 0-20	3,0	5,0	15	20

*в числителе содержание наночастицы, %; в знаменателе размер наномеди в нм.

Здесь бутадиен-нитрильный каучук (БНКС-28) выполняет функцию матрицы композита, наномедь является наполнителем, причем в составе каждого образца размер наночастицы, соответственно изменялся: I-40 нм; II-50 нм; III-60 нм и IV-80 нм. Кроме этого, в состав композита в качестве пластификатора включен ПЭФ-1, глицерин как диспергирующий агент, сера – вулканизирующие элемент, а также стеарин, альтакс и каптакс для ускорения процесса вулканизации.

Композит изготавливался на лабораторных вальцах ЛБ 320 160/160 в течение 30 мин. Стандартные образцы для физико-механических испытаний вулканизовали при температуре 143^{o}C в течение 40 мин.

Зависимость прочности на растяжение полимерных нано-композитов от свойств материала и уровня межфазного взаимодействия: Для расчета зависимости прочности межфазной области от расстояния между наполнителем и полимерной матрицей в [7] введен параметр Z, зависящий от свойств материала и межфазных слоев. Сущность работы [7] заключается в следующем. Пусть межфазная область состоит из n слоев, каждый из которых имеет разные свойства. Предположим, что каждый межфазный слой имеет одну и ту же толщину, $t_k = \frac{t}{n}, (k = 1, \ldots, n)$, где t – общая толщина межфазной области. Пусть переменная x изменяется от поверхности наночастицы ($x = 0$) до поверхности полимерной матрицы ($x = t$). Тогда для центральной точки k-слоя переменная x примет значение $x_k = k \cdot t_k - \frac{t_k}{2}$. Прочность на растяжение межфазных слоев подчиняется степенной зависимости от x_k [8]:

$$\sigma_k = \sigma_p - \left(\sigma_p - \sigma_м\right)\left(\frac{x_k}{t}\right)^Z, \tag{1}$$

где $\sigma_м$ и σ_p – прочность на растяжение матрицы и наночастиц, соответственно; Z – межфазный параметр, регулирующий свойства межфазных взаимодействий.
Уравнение (1) выполняется для всех полимерных нанокомпозитов, содержащих хорошо диспергированные наночастицы. Средняя прочность на растяжение межфазной границы σ_i может рассматриваться как прочность на растяжение центрального межфазного слоя, т.е. слоя σ_k с x_k равным $t/2$. Соответственным образом σ_i определяется как

$$\sigma_i = \sigma_p - \left(\sigma_p - \sigma_м\right) \cdot \left(0,5\right)^Z, \tag{2}$$

Сопоставляя (2) с уравнением (1), можно получить для Z следующее выражение

$$Z = -1,44 \cdot \ln\left(\frac{\sigma_p - \sigma_i}{\sigma_p - \sigma_м}\right). \tag{3}$$

С учетом уравнения (2.6) величину σ_i можно выразить как:

$$\sigma_i = \sigma_м \cdot \exp\left(\frac{B}{1 + A_н \cdot \rho_н \cdot t}\right). \tag{4}$$

Подставляя (4) в уравнение (3), получим выражение

$$Z = -1,44 \cdot \ln\left[\frac{\sigma_p - \sigma_м \cdot \exp\left(\frac{B}{1 + A_н \cdot \rho_н \cdot t}\right)}{\sigma_p - \sigma_м}\right], \tag{5}$$



которое связывает параметр Z с характеристиками материала и межфазных взаимодействий (межфазных слоев). Для сферических наночастиц $A_н$ определяется в виде

$$A_н = \frac{A}{m} = \frac{A}{\rho_н v} = \frac{4\pi r^2}{\rho_н \cdot \frac{4}{2}\pi r^3} = \frac{3}{\rho_н \cdot r}, \tag{6}$$

где A, m, v, r – площадь поверхности, масса, объем и радиус наночастиц, соответственно.
Подставляя (6) в уравнение (5), получим следующее выражение для Z:

$$Z = -1,44 \cdot \ln \left[\frac{\sigma_p - \sigma_м \cdot \exp\left(\frac{B}{1 + 3\frac{t}{r}} \right)}{\sigma_p - \sigma_м} \right]. \tag{7}$$

В условиях агрегации частиц наполнителя зависимость фрактальной размерности $d_н$ поверхности частиц наполнителя от параметра агрегации $k(r)$ представляется формулой [9]

$$d_н = d + \frac{1}{\lg\left(\frac{D_p}{2}\right)} \left[\lg k(r) + \lg \frac{10^3}{7,5 \cdot 410} \right] \tag{8}$$

Для рассматриваемого нами композита при фиксированных значениях D_k и D_r, равных 2,43 и 60 нм, соответственно, с учетом выражения для $k(r)$ [9]:

$$k(r) = \frac{7,5 \cdot 6 \cdot 10^3}{\rho_{dens} \cdot D_p} \left(\frac{D_p}{a} \right)^{d - D_k},$$

где для меди ρ_{dens} и a равны 8930 кг/м^3 и 14 нм, соответственно, из (8) получим, что $d_н$ не превышает 2,18 при значении $k(r)$, не превышающем 0,18·10^{-3}. На основании формулы для $l_{мф}$ [10]:

$$l_{мф} \approx a \left(\frac{R_r}{a} \right)^{2(d - d_н)} \tag{9}$$

где a – минимальный линейный масштаб, на котором возможно проявление фрактального поведения (для полимеров он принимается равным длине статистического

сегмента макромолекулы полимерной матрицы); R_r – радиус частиц. С учетом (9) находим

$$\frac{t}{r} \approx a^{1-2(d-d_н)} \cdot r^{2(d-d_н)-1} \approx 14^{1-2(d-d_н)} \cdot r^{0,6}$$

Отсюда следует, что $\frac{t}{r}$ убывает с уменьшением r. Тогда из формулы (7) находим, что параметр Z возрастает с убыванием r, что влечет за собой в силу формулы (2) возрастание прочности межфазной области σ_i.

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

Выводы: - прочность межфазной границы в основном зависит от двух параметров: объемных долей кластеров и наполнителя. В работе, для рассматриваемого полимерного композита, даны оценки критических значений этих параметров, играющих роль порогов степени переноса механического напряжения от полимерной матрицы к наполнителю, переход через которые (влево для нанокластеров и вправо для наполнителя) ведет к ослаблению указанного переноса.

- показано, что определяющий уровень межфазного взаимодействия безразмерный параметр, входящий в микромеханическую модель прочности композита, будет уменьшаться при превышении порога объемной доли наполнителя и становиться отрицательным. В этом случае межфазная граница теряет способность переносить напряжение от полимерной матрицы к наполнителю. Более того, реализуется механизм формирования критического структурного дефекта, приводящего к разрушению межфазной границы композита. При этом наполнитель утрачивает функцию усиления прочности композита.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каталог «Пакерно-якорное и подземное оборудование». Тюмень, Югсон-сервис. 2012. 76.
2. Əliyev V.İ. Neft-qaz quyularının qazılması və istismarında endirmə-qaldırma avadanlıqları kompleksi. Bakı: ADNA mətbəəsi, 2011, 404 s.
3. Смирнов В.А. Размерные эффекты и топологические особенности наномодифицированных композитов /В.А.Смирнов, Е.В.Королев, Н.И.Альбакасов //Нанотехнологии в строительстве. 2011. №4. С.17-27.
4. Полимерные нанокомпозиты: многообразие структурных форм и приложений /А.К.Макитаев, Г.В.Козлов, Г.Е.Заиков. М.: Наука. 2009.278с.
5. Козлов Г.В., Яновский Ю.Г., Яхьяева Х.Ш., Магомедов Г.М. Слоевая структура межфазных областей в полимерных композитах и нанокомпозитах //Нанотехнологии в строительстве. 2012. №4. С.28-34.
6. Козлов Г.В. Структура и свойства дисперсно-наполненных полимерных нанокомпозитов //Успехи физических наук, 2015, т.185. №1. С.35-64.



7. Zare Yu., Rhee K.Y. Dependence of Z Parameter for Tensile Strength of Multi-Layered Interphase in Polymer Nanocomposites to Material and Interphase Properties //Nanoscale Research Letters (2017), 12-42.
8. Zare Yu., Rhee K.Y. Modeling approach for tensile strength of interphase layers in polymer nanocomposites //Journal of Colloid and Interface Science 471 (2016) 89-93.
9. Дышин О.А., Габибов И.А., Рустамова К.Б. Свойства структуры дисперсно-наполненных металлополимерных композитов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. – 2018. - №2. С.24-31.
10. Козлов Г.В., Яновский Ю.Г., Карнет Ю.Р. Структура и свойства дисперсно-наполненных полимерных композитов: фрактальный анализ. М.: Альянстрансатом. 2008. 363с.

IMPROVING THE STRENGTH CHARACTERISTICS OF PACKERS' SEALING ELEMENTS MADE OF POLYMER NANOCOMPOSITES.

Arzu Süleymanova

Senior laboratory assistant, “Industrial machines” department, dissertant, Azerbaijan State Oil and Industry University, Azerbaijan. E-mail: ar.suleymanova@mail.ru. https://orcid.org/0000-0002-9936-7608

ABSTRACT

On the basis of a micromechanical model of the tensile strength of a polymer composite, it is shown that, in contrast to the case of adhesion between two polymers, when there is a linear correlation between the thickness of the interfacial region and the level of interfacial adhesion, the strength of the interface in nanocomposites of the "polymer-high modulus filler" type decreases with growth. its thickness. The dependence of the tensile strength of polymer nano-composites on the properties of the material and the level of interfacial interaction has been established.

Keywords: strength model, interfacial adhesion, nanocomposite, seal material, packer.

BORU KƏMƏRLƏRİNİN KORROZİYADAN MÜHAFİZƏSİ ÜÇÜN POLİMER ƏSASLI NANOKOMPOZİSİYA MATERİALARI

Könül Rüstəmova

Mühəndis, "Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya" ETİ, Azərbaycan. E-mail: konul-ayan@mail.ru

XÜLASƏ

Mədənlərarası boru kəmərlərinin korroziyada mühafizəsi məqsədi ilə polimer örtük materiallarından istifadə edilir. Təqdim olunan məqalədə boru kəmərlərinin korroziyadan mühafizəsi üçün yeni tərkibli polimer əsaslı nanokompozit materiaları təklif edilmişdir.
Açar sözlər. Polimer əsaslı örtük materialı, nanodoldurucu, şişmə əmsalı.

Mövzunun aktuallığı: Neftqazmədən avadanlıqlarının (NQMA) etibarlı iş rejiminin təminində qəbul olunan tədbirlər sırasında polimer örtük materiallarından (PÖM) istifadə mühüm yer tutur [1,2,3,4]. Bununla yanaşı qeyd etmək lazımdır ki, PÖM-dən hazırlanan konstruksiyalar yüksək aqressivliyi ilə seçilən neft, qaz və mədən suları, eləcə də onların qarışığı mühitində digər materiallarından fərqlənirlər. Bu fərqləndirici cəhət sırasında onların emalı və tətbiqində baş verən strukturlaşma, metal səthə çəkilən qatın en və uzunluqları boyunca formalaşan xassələrinin qeyri-bərabər paylanması, temperatur dəyişmələri nəticəsində materialın tərkibindəki həlledici qalıqlarının və qaz faktorunun xaotik ayrılması, adqeziya və kogeziya proseslərinin müxtəlifliyini və digərlərini göstərmək olar.
PÖM-də tələb olunan qalınlığı təmin etmək məqsədi ilə çox vaxt onun metal səthə bir neçə dəfə çəkilməsi tələb olunur. Bu isə öz növbəsində çox təbəqəli konstruksiyanın əmələ gəlməsinə səbəb olur. Metal+polimer və polimer+polimer qatları arasında baş verən yığışma (metal və polimer materiallarda xətti genişlənmə əmsallarının müxtəlifliyi səbəbindən) və termiki proseslər (örtük materialının tərkibindəki həlledici və qaz faktorlarının ayrılması) nəticəsində konstruksiyada daxili gərginliklərin yaranmasına, ümumilikdə etibarlığın və uzun ömürlüyün azalmasına səbəb olur.
Göstərilənlərlə yanaşı plastik kütlələrdə və polimer əsaslı kompozisiya materiallarda miqyas faktoru, atmosfer və mövsüm dəyişmələri də konstruksiyanın resursuna ciddi təsir edir.
Problemin həlli ilə bağlı mövcud ədəbiyyatların, texniki və texnoloji reqlamentlərin, eləcə də ETİ-də verilən tövsiyələrin təhlili onların qənaətbəxş və birmənalı olmadığını təsdiqləyir. Xüsusi ilə PÖM ilə təchiz olunmuş konstruksiyalarda möhkəmlik və uzunömürlüyün qiymətləndirilməsində, istismar mühitində baş verən kimyəvi təsirdən fiziki-mexaniki xassələrin dəyişməsini nəzərə alan riyazi ifadə və modellərin olmaması problemin həllinin mürəkkəbləşməsinə əsas yaradır.
Göstərilənlərin nəzərə alınmadığı bir şəraitdə polimer materiallardan istifadə olunan konstruksiyalarda möhkəmlik və etibarlılıqla bağlı klassik nəzəriyələrə əsaslanaraq aparılan hesabatlarlrın birmənalı adekvatlığı korrekt hesab edilə bilməz.
Beləliklə, neftqazmədən avadanlıqlarının quruluşlarında polimer və onların əsasında yaradılan kompozisiya materiallarının (PKM) tətbiqi istiqamətində aparılmış araşdırmalar nəticəsində bir-biri ilə ciddi əlaqədə olan iki məsələnin həllini tələb edir:



-istismar mühitini nəzərə almaqla yüksək işqabiliyyəti və uzunömürlük təmin edən material seçiminin düzgün aparılması;
-PÖM ilə təchiz olunmuş konstruksiyada istismar müddətinin etibarlı proqnozunu təmin edən riyazi modelin işlənməsi.

İşin məqsədi: Neftqazmədən avadanlıqları, eləcə də, boru kəmərləri sistemində mühitin təsirindən baş verə biləcək imtinaların aradan qaldırılması üçün təklif olunan PÖM-nın istismar prosesində möhkəmliyinin qiymətləndirilməsinin tövsiyələrin işlənməsidir.

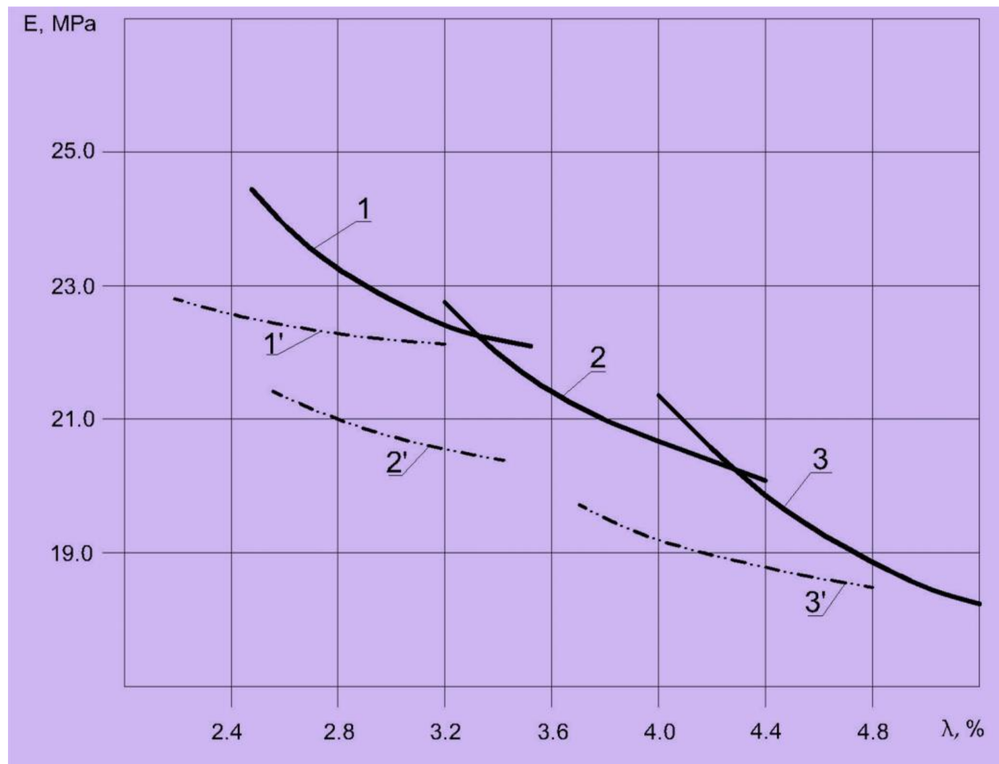
İstifadə olunan materiallar və metodiki baza: Tədqiqat işində boru kəmərlərinin korroziyadan mühafizəsi üçün cədvəl 1-də göstərilən kompozisiya meterialından istifadə olunmuşdur.
SInaq mühiti qismində distillə edilmis su, neft, müxtəlif tərkibli neft emulsiyaları və məhsulları (benzin, kerosin), eləcə də, dəniz və mədən sularının təsiri şəraiti qəbul olunmuşdur. PKM-nın aqressiv mühitdə davamlılığının qiymətləndirilməsi məqsədi ilə onlarda şişmə əmsalının (λ) dəyişməsi tədqiq olunmuşdur: $\lambda = \frac{Q_t - Q_0}{Q_0} \cdot 100\%$. Burada λ–şişmə əmsalı;$Q_t$-aqressiv mühitdə sınaqlara uğradılmış nümunənin çəkisi, qr. Q_o - sınaq nümunəsinin başlanğıc çəkisi, qr.

Cədvəl 1. Polimer örtük materialının tərkib göstəriciləri

Materialın qrupu	Polimer örtük materialının tərkib göstəriciləri, %-lə			
	Matrisa	Həlledici	Doldurucu	
K-1	Epoksid qətranı (EQ) + Butadiennitrilkauçuk (BNK)		Qrafit (5-12)%	Nanomis (1-2)%
K-2	Epoksid qətranı (EQ) + Fenolformaldehid oliqomeri (FFO)		Mislənmiş qrafit* (80%Cu + 20%C)	
K-3	Epoksid qətranı (EQ)		Qrafit (5-12)%	Mis (3-5)%

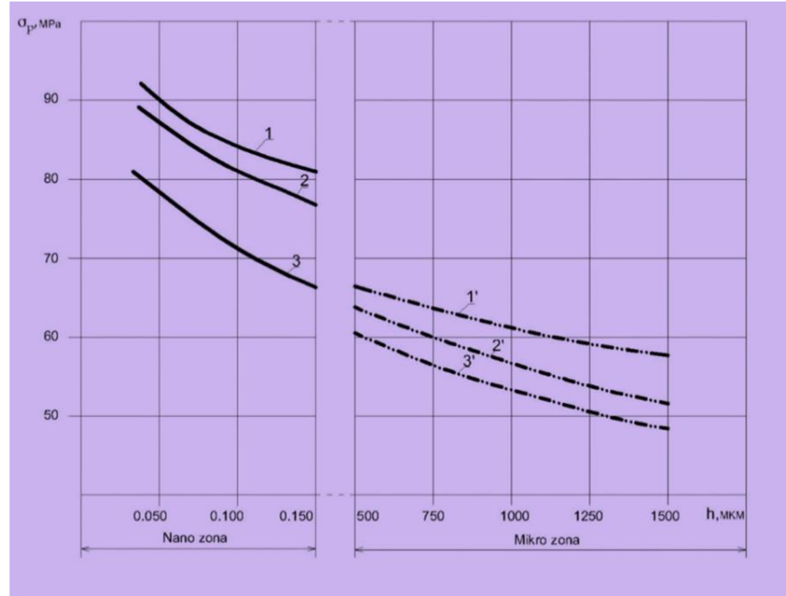
Alınmış nəticələr və onların müzakirəsi: Alınmış nəticələrin təhlili nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, matrisası epoksid qətranı və butadiennitril kauçuk olan PÖM-dən hazırlanmış nümunələr bütün hallarda mühitin təsirinə yüksək davamlılıq göstərir. İfrat şişmə prosesi mədən suları (λ=2,51-3,56%) və neft emulsiyalarında (λ=2,29-2,85%) baş verir. Ən aşağı göstəricilər (yüksək şişmə əmsalı) misləniş qrafitlə doldurulmuş epoksid qətranı əsaslı kompozisiya materialında müşahidə olunmuşdur. Burada şişmə əmsalının dəyişmə intervalı (λ=4,34-5,12%) olmuşdur.
Nümunələrdə fiziki-mexaniki göstəricilərin qiymətləndirilmsi ilə bağlı sınaq işlərinin nəticəsi olaraq müəyyən edilmişdir ki, möhkəmlik (dartılmada) həddi və elastiklik modulu mühit dəyişmələrindən asılı olaraq azalırlar.
Şəkil 1-də tədqiqat məqsədi ilə seçilmiş PÖM-nın elastiqiyyət modulunun (*E*) şişmə əmsalından (λ) asılı olaraq mədən suyu (qrafiki əyrilər 1, 2 və 3) və neft emulsiyasının (qrafiki əyrilər 1^1, 2^1və 3^1) təsiri şəraitində dəyişmə xarakterləri göstərilmişdir.
Qrafikdəki əyrilərin təhlilindən aydın görünür ki, mühit dəyişmələri, yəni kimyəvi tərkibin dəyişməsi, bütün hallarda PÖM-nın keyfiyyətinə təsir edərək onlarda elastiklik modulu və sıxlıq göstəricilərini dəyişdirir. Təcrübə sınaq işlərinin nəticəsi olaraq müəyyən ediləşdir ki,

mədən suları mühitində örtük materiallarında elastiqiyyət modulu 9,42-12,96% intervalında azalır və dəyişmə *E*(λ)= *a exp (β λ)* uyğundur. Neft mühitində isə *E*(λ) azalma cüzi eksponensal xarakter daşıyaraq 3,05-4.56% sərhədlərində dəyişir. Müəyyən olunmuşdur ki, tədqiq olunan materiallar üçün Puasson əmsalı μ(λ) = 3,12-5,08 % intervalında dəyişir.
Beləliklə, qeyd etmək vacibdir ki, aqressiv mühitdə işləyən PÖM-da deformasiya təkcə mexaniki təsir nəticəsində deyil, eyni zamanda kimyəvi təsirdən materialda baş verən struktur dəyişmələrin hesabına yaranır.



Şəkil 1. Polimer örtük materiallarının elastiqiyyət modulunun (*E*) şişmə əmsalından (λ) asılılığı: 1, 2 və 3 - neft emulsiyası mühitində; 1^1, 2^1 və 3^1 - mədən suyu mühitində

Şəkil 2-də örtük materiallarının hazırlanmasında onların tərkibinə əlavə edilən doldurucuların ölçülərinin nümunələrin möhkəmlik həddinə olan təsiri əks olunmuşdur.



Şəkil 2. Kompozisiya materialının tərkibindəki doldurucunun ölçülərinin xassələrə təsiri: 1, 1^1 – kompozisiya materiaı-1; 2, 2^1 kompozisiya materiaı-2 və 3, 3^1- kompozisiya materia К-3.

Mədən sınaqlarının nəticələri cədvəl 2-də verilmişdir. Cədvəlin təhlilindən göründüyü kimi, sınaqlara uğradılan örtük materialları sırasında epoksid qətranı və butadiennitril kauçuk əsaslı PÖM bütün hallarda mühitin təsirinə yükcək davamlılıq göstərir.

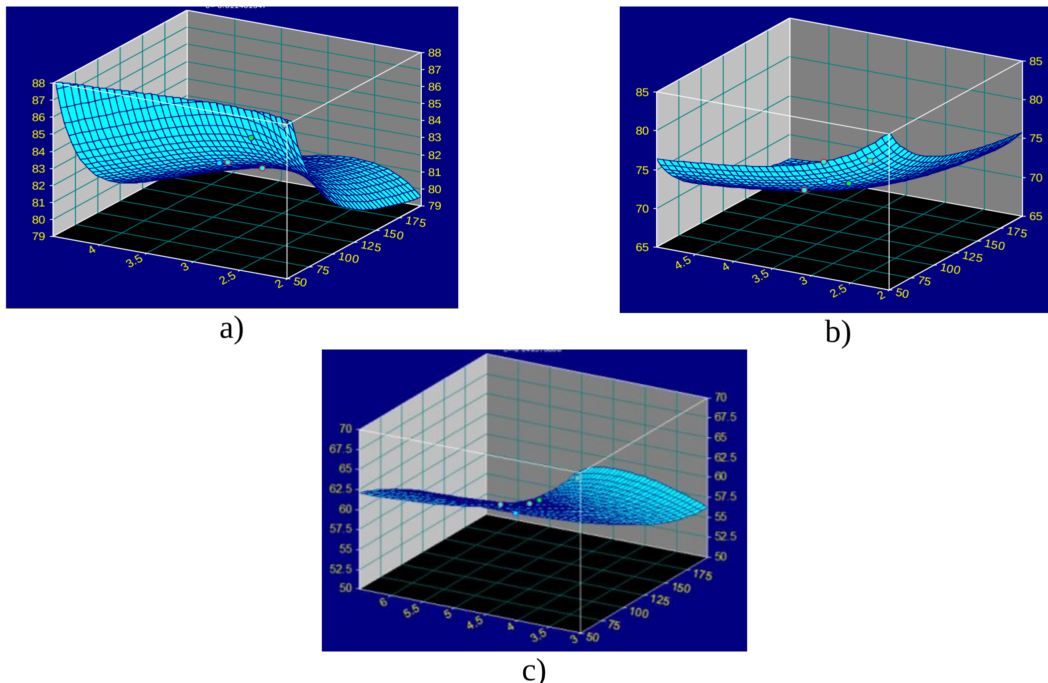
Cədvəl 2. Mədən sınaqlarının nəticələri

Borunun İstismar şəraiti	Materialın qrupu	İstimar müddəti, il						
		0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
Yer səthindən 0,3 m hündürlükdə	I	*	*	*	*	*	*	**
Yer səthindən 0,3 m dərinlikdə		*	*	*	*	**	**	**
Yer səthindən 0,5 m hündürlükdə	II	*	*	*	**	**	**	**
Yer səthindən 0,5 m dərinlikdə		*	*	**	**	**	***	***
Yer səthindən 1,0 m hündürlükdə	III	*	**	**	**	***	***	***
Yer səthindən 1,0 m dərinlikdə		*	*	**	***	***	***	***

Qeyd: * - örtük qatı bütövdür; ** - örtük qatında müəyyən fasilələrlə kiçik qabarmalar şəilkində müşahidə olunur; *** - örtülmüş səthlərdə qabarmalar və qopmalar müşahidə olunur.

Cədvəl 2-nin təhlilindən göründüyü kimi boru kəmərində yer səthinə nəzərən yerləşməsindən asılı olaraq korroziya prosesləri dəyişkən xarakter daşıyırlar. İlkin olaraq qeyd etmək lazımdır ki, torpar altında yeerləşən borularda korroziyanın sürəti yer səthinin üzərində yerləşən borulara nəzərən yeksəkdir. Digər tərəfdən müəyyən edilmişdir ki,boru kəmərlərinin yerləşmə dərinliyi (hündürlüyü) artdıqca korroziyadan yaranan fəsadların intensivliyi artır.

Şəkil 3-də 3D modelində hər üç kompozisiya materialında formalaşan xassələrin dəyişmə qanunauyğunluqları göstərilmişdir.



Şəkil 3. 3D modelində hər üç kompozisiya materialında formalaşan xassələrin dəyişmə qanunauyğunluqları: a) K-1; b) K-2; c) K-3.

Qrafiklərin təhlilindən göründüyü kimi hər üç kompozisya materialı mühit dəyişmələri şişmə əmsalının (λ) dəyişməsinə və buna uyğun olaraq sınaqlara uğradılan materialın fiziki-mexaniki xassələrinə (σ) və (HB) ciddi təsir edir. Bundan əalavə kompozisiya materialının tərkibibə əlavə edilən doldurucnun ölçülərinin artması (60, 80, 100, 150 və 200 nm) şişmə əmasının dəyişmə diapozonuna (λ = 2,11- 6,05 %), möhkəmlik xarakteristikasının (σ = 55- 88 MPa) və bərkliyin (HB_{200} = 13-30 MPa) aşağı düşməsi ilə dəyişir.

Cədvəl 3 və 4-də uyğun olaraq neft və neft emulsiyası (neft+su) mühiti şəraitində sınaqlara uğradılmış nümunələrdə yuxarıda qeyd edilən dəyişmələri əks etdirən göstəricilər verilmişdir. Beləliklə, neftqazmədən şəraitində istismar olunan və mədənlərarası boru kəmərlərinin, eləcə də digər texniki vasitələrin korroziyadan mühafizəsi üçün təkil olunan yeni tərkibli polimer materialların fiziki-mexaniki göstəricilərin qiymətləndirilməsi ilə bağlı aparılmış tədqiqatların nəticəsi olaraq aşağıdakıları qeyd etmək olar:

- neftqazmədən avadanlıqlarının və boru kəmərlərinin korroziyadan mühafizəsi məqsədi ilə yeni tərkibli polimer əsaslı kompozisiya materialları təklif olunmuşdur.



Cədvəl 3. Nanodoldurucunun ölçüsünün və istismar mühitinin (neft)kompozisiya materialının fiziki-mexaniki göstəricilərinə təsiri

S/S	Doldurucunun ölçüsü, nm	Fiziki-mexaniki göstəricilər		
		Şişmə əması	Dartılmada möhkəmlik həddi	Bərklik
K-1 kompozisiya material üçün				
1	60	2,11	87,6	29,42
2	80	2,66	85,7	27,05
3	100	3,10	83,3	25,60
4	150	3,22	81,4	23,11
5	200	4,16	79, 4	20,78
K- 2 kompozisiya material üçün				
1	60	2,35	80,27	26,24
2	80	2,85	75,22	23,10
3	100	3,66	71,55	21,16
4	150	3,92	69, 05	19, 42
5	200	4,56	67,27	18,20
K- 3 kompozisiya material üçün				
1	60	3,18	68,47	20,12
2	80	4,06	63,10	17,25
3	100	4,47	60,80	15,68
4	150	5,61	55,7	13,41
5	200	6,05	59,82	12,78

Cədvəl 4. Nanodoldurucunun ölçüsünün və istismar mühitinin (neft emulsiyası) kompozisiya materialının fiziki-mexaniki göstəricilərinə təsiri

S/S	Doldurucunun ölçüsü, nm	Fiziki-mexaniki göstəricilər		
		Şişmə əması	Dartılmada möhkəmlik həddi	Bərklik
K-1 kompozisiya material üçün				
1	60	3,56	73,20	22,10
2	80	4,18	70,05	21,20
3	100	6,05	68,60	19,40
K- 2 kompozisiya material üçün				
1	60	4,78	70,15	20,15
2	80	5,46	67,42	19,20
3	100	7,11	62,14	17,84
K- 3 kompozisiya material üçün				
1	60	5,20	66,25	18,80
2	80	6,77	62.10	17,05
3	100	8,05	59,50	16,10

-müəyyən edilmişdir ki, epoksid qətranı və butadiennitril kauçuk əsaslı PÖM bütün hallarda mühitin təsirinə yükcək davamlılığı ilə fərqlənir.
-korroziyadan mühafizəsi məqsədi ilə təklif olunan polimer örtük materialları istismar mühitinindən asılı olaraq ilkin keyfiyyət göstəricilərini itirirlər. Bu səbəbdən onların möhkəmlik və uzunömürlülük xarakteristikalarının qiymətləndirilməsində yeni meyarın (λ – şişmə əmsalı) daxil edilməsi məqsədə uyğun hesab edilir.
-müəyyən edilmişdir ki, PÖM-da fiziki-mexaniki göstəricilər şişmə əmsalı λ-dan asılı olaraq dəyişir. Bu proses mədən suları və neft emulsiyalarında daha yüksək sürətlə baş verir. Ən aşağı göstəricilər (yüksək şişmə əmsalı) qrafitlə doldurulmuş epoksid qətranı əsaslı kompozisiya materialında müşahidə olunmuşdur.
- polimer materiallarda mühit dəyişmələrinin onların mexaniki xassələrinə təsirini nəzərə almaqla qiymətləndirmək üçün riyazi asıllıq müəyyən edilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Габибов И.А. Научно-практические методы эффективного применения полимерных материалов в нефтепромысловом оборудовании. Дисертационная работа на соискание ученой степени доктора технических наук., Баку, АГНА, 1994.
2. Габибов И.А., Бабаев С.Г., Керимов Д.А. Гасанов Я.Г. Основы эффективного применения пластмасс в нефтяном машиностроении: обзорная информация АзНИИНТИ. Баку, 1992. 56с.
3. Головин В.А. Композитные полимерные защитные покрытия для агрессивных сред // Коррозия: материалы, защита.2011, №1, С.1-11.
4. Бабаев С.Г., Кершенбаум В.Я., Габибов И.А. Эволюция качества трибосопряжений нефтегазовой техники. М.: НИНГ, 2018, 516с.

NANOCOMPOSITE MATERIALS FOR CORROSION PROTECTION OF PIPELINES

Konul Rustamova

Engineer, Research Institute "Geotechnological Problems oil, gas and chemistry", Azerbaijan.
E-mail: konul-ayan@mail.ru

ABSTRACT

Polymer coating materials are used to protect inter-mine pipelines from corrosion. The presented article proposes new polymer-based nanocomposite materials for corrosion protection of pipelines.
Key words: polymer-based coating material, nanofiller, swelling coefficient**.**



ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРОЦЕСС ВЫТЕСНЕНИЯ НЕФТИ ИЗ БИТУМИНОЗНОГО ПЕСЧАНИКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ФЕРРОМАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ

Тарана Садыгова

Ассистент кафедры, “Инженер и компьютерная графика”, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Диссертант, Азербайджан. E-mail: tarana_sadiqova@mail.ru

https://orcid.org/0000-0002-5228-4039

РЕЗЮМЕ

В Азербайджане помимо природной нефти имеется большое его запасы в виде битуминозных пород. Всего по районам Абшерон-Гобустана имеется 11 месторождений битуминозных песчаников с запасами 12,6736600 тон [1-3]. Наибольшие запасы сконцентрированы в Балаханской части горы Кирмаки, запасы которой составляет более 50 млн.тон. С целью извлечения нефти из битуминозных пород применяются различные методы и способы.

В настоящей работе приводятся результаты исследований электромагнитного воздействия на процесс вытеснения нефти из битуминозного песчаника с применением ферромагнитной жидкости.

Ключевые слова: битуминозные пески, извлечение нефти, ферромагнитная жидкость.

Введение: На сегодняшний день существуют следующие способы извлечения нефти из битуминозных пород (БП): кипячение БП с водой без добавок и с добавками щелочного типа; метод экстрактации с применением различных растворителей; термический крекинг БП; метод флотаций и сверхкритическая флюидная экстракция [4].

Экспериментальными исследованиями, проводившимися в лабораторных условиях, была установлена возможность извлечения тяжелых компонентов углеводородов (нефти) из битуминозных пород методом экстрагирования с использованием реагента, содержащего наночастицы (нано железа) на основе щелочных пластовых вод. Предлагаемый способ извлечения нефти из битуминозной породы представляет собой экологически чистую инновационную технологию [9, 10].

К перспективным видам электромагнитного (ЭМ) воздействия на битуминозный песок с целью извлечения нефти можно отнести использование ферромагнитных жидкостей (ФМЖ).

Цель работы: Исследование влияние ферромагнитных жидкостей на объем извлечения нефти из битуминозной породы.

Оборудования и материалы: Схема экспериментальной установки приводится на рис.1, где в диамагнитной трубе были установлены съемные постоянные магниты. Напряженность электрического поля, создаваемого электромагнитами составляла $48 \cdot 10^3$

А/м., величина которой измерялась с помощью теслоамперметра. В ходе экспериментов температура в системе поддерживалась постоянной и составляла 20°С, 25°С и 30°С. Эксперименты проводились в три этапа. Сначала определялся коэффициент нефтеотдачи при отсутствии магнитного поля (предложенной реагентом, К-1), затем для новой порции исследуемого образца определяли коэффициент нефтеотдачи при прохождении через магнитное поле (К-2) и на третьем этапе с применением ферромагнитной жидкости (ФМЖ, К-3).

ФМЖ представляет собой коллоидный раствор, состоящий из ферромагнитных частиц нанометровых размеров, находящихся во взвешенном состоянии в несущей жидкости, в качестве которой обычно выступает органический растворитель или вода. В качестве магнитной фазы в них используют частицы магнетита Fe_3O_4. Для обеспечения устойчивости такой жидкости ферромагнитные частицы связываются с поверхностно-активным веществом (ПАВ), образующим защитную оболочку вокруг частиц и препятствующим их слипанию из-за Ван-дер-Ваальсовых или магнитных сил [16]. Процесс изготовление ФМЖ осуществлялось следующим образом: соль трехвалентного железа первоначально растворяется в дистиллированной воде, затем последующей фильтрацией в состав раствор добавлялся аммиак водный (NH4OH). При этом показатель ph =7-8.

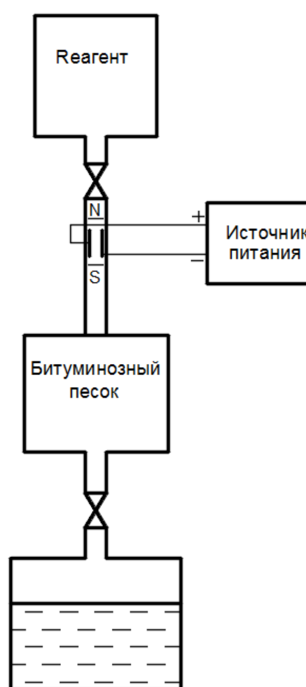


Рисунок 1. Схема экспериментальной установки.

Известно [37], что малые частицы ферромагнетиков однодоменные, поэтому магнитный момент отдельной коллоидной частицы оказывается приблизительно в 10^5 раз большим магнитного момента ионов переходных или редкоземельных металлов. Вследствие этого на такой же порядок большей оказывается и возможная величина ланжевеновской



парамагнитной восприимчивости коллоидного раствора, а насыщение намагниченности достигается уже в полях порядка 1 кЭ.

Результаты экспериментов и их обсуждения: Результаты лабораторных исследований приведены в таблице 1 .

Таблица 1. Влияние способа воздействия на величину выхода нефти из битуминозной породы

Температура, °C	Выход нефти ,%		
	Степень воздействия		
	К-1, с применением реагента	К-2, с применением магнитной обработки	К-3, с применением ФМЖ
20	0,842	0,918	0,925
25	0,844	0,922	0,942
30	0,846	0,928	0,958

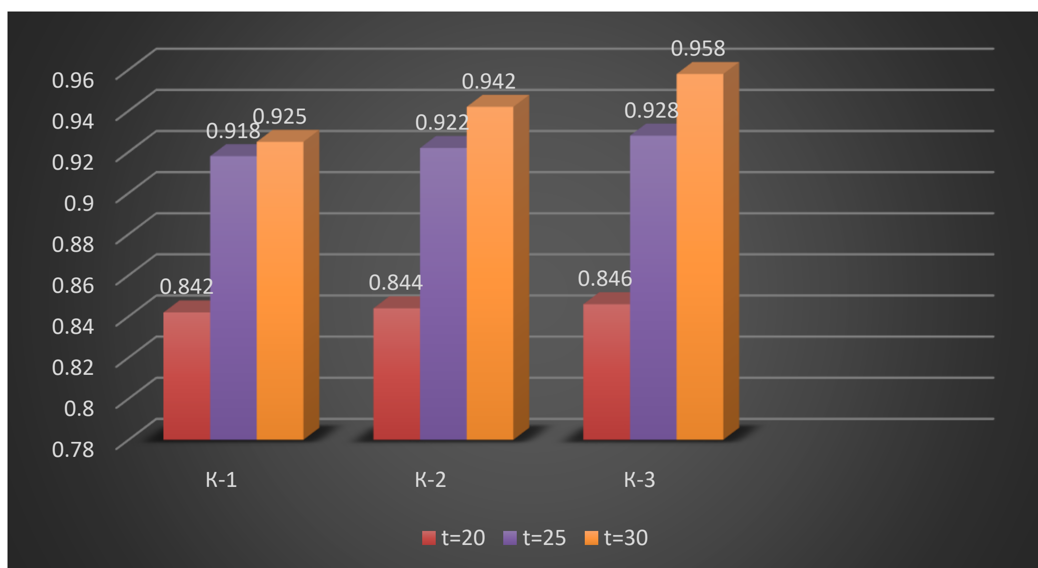


Рисунок 2. Сравнительные показатели нефти извлечения из битуминозных пород

Из анализа показателей объема извлечения нефти из битуминозных пород видно, что магнитное воздействия оказывает заметное влияния на процесс извлечения нефти из состава битуминозных пород, особенно с применением ФМЖ нефтеотдача породы возрастает по сравнению с К-1 и К-2. Присутствие магнитного поля способствует увеличению нефтеизвлечения из битуминозных пород в среднем на 10,2 %. Установлено, что магнитные поля сопровождаются проявлением в той или иной степени электрических полей. Исследованиями по влиянию магнитного и электрического полей, а также их совместного воздействия на диспергированные в электролите частицы

установлено, что при совместном рассматривании полей изменяются характер обтекания частиц и силы сопротивления трения. Также установлено, что скорость отделения частиц нефтепродукта в случае воздействия полей значительно выше, чем скорость отделения в естественных условиях. При этом эффект совместного воздействия электрического и магнитного полей гораздо выше, чем эффект воздействия каждого из поля, взятого в отдельности [13].

Установлено, что с использованием ФМЖ повышается чувствительность свойств раствора к внешнему полю. Это объясняется тем, что применения внешнего магнитного поля (К-3) способствует ориентированию магнитные моменты частиц, которые в свою очередь приводят к изменению магнитных и реологических свойств раствора.

Использование магнитных жидкостей при извлечении нефти из битуминозных пород следует принимать во внимание возможность увеличения эффективной вязкости коллоида ферромагнетика во внешнем магнитном поле (магнитовязкий эффект) и связь этого явления с торможением внутренних вращений коллоидных частиц в течении со сдвигом.

Таким образом, на основании проведенных работ можно сделать следующие выводы:

1. В результате эксперимента наблюдалось, что электромагнитное воздействия способствует повышение коэффициента вытеснения нефти из битуминозных пород.
2. Присутствие ФМЖ приводит к усилению на процесс нефтеотдачи из битуминозных парод 95,81%, что на 13,7 и 4,5% больше, чем соответственно применяемым методам К-1 и К-2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Старшов И.М. Термический крекинг битумоносных пород. Автореф. Дис. Канд. Техн. Наук. Казань – 2009.
2. Багиров М.К., Садыгова Т.Ю. Инновационные технологии при извлечении нефти из битуминозных пород //Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса., Москва, №5, 2016.
3. Багиров М.К., Садыгова Т.Ю. К вопросу извлечения углеводородных компонентов из битуминозных и сланцевых песков //Ежемесячный научный журнал “Prospero” №11(23), 2015, с. 19–21.
4. Барышников А.А. Исследование и разработка технологии увеличения нефтеотдачи за счет вытеснения с применением электромагнитного поля. Автореф. дис. канд. техн. наук. Тюмень. – 2014.
5. Блум Э.Я., Майоров М.М., Цеберс А.О. Магнитные жидкости. –Рига: Знатне, 1989.– 386 с.
6. Меликов Р.Х. Влияние физических полей на гидравлические и деформационные характеристики неньютоновских нефтей. Автореф. дисс. канд. техн. наук., Баку, 1992.
7. Садыгова Т.Ю., Меликов Р.Х. К вопросу повышения нефтеизвличения из битуминозных песков// Оборудования.Технологии.Материалы, 2019, №2 С. 22-27.



INVESTIGATION OF THE ELECTROMAGNETIC EFFECT ON THE PROCESS OF OIL DISPLACEMENT FROM BITUMINOUS SANDSTONE USING A FERROMAGNETIC FLUID

Tarana Sadiqova

Assistant of the Department, “Engineer and Computer Graphics”, Azerbaijan State Oil and Industry University, Dissertant, Azerbaijan. E-mail: tarana_sadiqova@mail.ru. https://orcid.org/0000-0002-5228-4039

ABSTRACT

In Azerbaijan, due to natural oil, there are large reserves of bituminous rocks. Absheron-Gobustan district has 11 bituminous sandstone deposits with reserves of 12,673,6600 tons [1-3]. The largest reserves are concentrated in the Balakhan part of the Kirmaki Mountains, the reserves of which amount to more than 50 million tons. For the purpose of extraction of oil from bituminous rocks different methods and methods are used.

The results of the study of electromagnetic effects on the process of displacement of oil from bituminous sand with the use of ferromagnetic liquid are given in this work.

Keywords: bituminous sands, oil extraction, ferromagnetic liquid.

ETM

EQUIPMENT, TECHNOLOGIES, MATERIALS

VOLUME 07 ISSUE 03 2021

МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ КРИВЫХ ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ ПОЛИМЕРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ДРОБНОГО ПОРЯДКА

[1]Олег Дышин, [2]Ибрагим Габибов, [3]Джамалледин Асланов, [4]Севда Агаммедова, [5]Ирада Гасанзаде

[1]Старший научный сотрудник, НИИ «Геотехнологические проблемы нефти, газа и химия», к.ф-м.н, доцент, Азербайджан.

[2]Профессор, Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, д.т.н, Азербайджан. E-mail: h.ibo@mail.ru. https://orcid.org/0000-0003-3393-7812

[3]Доцент, Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, д.ф.т.н, Азербайджан.

[4]Доцент, Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, д.ф.т.н, Азербайджан.

[5]Доцент, Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, д.ф.т.н, Азербайджан.

РЕЗЮМЕ

Фрактальный анализ в настоящее время является по существу единственным математическим аппаратом описания структуры полимерных расплавов, поскольку при температуре стеклования (плавления) полимеров распадается их кластерная структура. В работе предлагается рассматривать уравнения фрактальной кинетики процесса термоокислительной деструкции полимеров в расплаве в виде дифференциальных уравнений дробного порядка, равного доле v_d реакционноспособных групп полимера, не подвергающихся деструкции, с порядком реакции $n > 1$. Малые v_d характеризуют автозамедленный режим, а при больших $v_d < 1$ – автоускоренный режим термоокисления со скоростью протекания реакции окисления, соответственно намного меньшей и близкой к производной по времени первого порядка.

Точное решение предложенных дифференциальных уравнений при начальном условии представляется степенной функцией от времени t протекания реакции. Численная реализация решения показана на примере полученных различными способами поликонденсации (низкотемпературным, высокотемпературным, межфазным и импульсионным) полимерных расплавов из блок-сополимеров полиарилатофиленсульфонолоксила (ПААСО).

Приведен сравнительный анализ результатов расчета с соответствующими результатами, полученными по дифференциальным уравнениям целого порядка, и степень их согласования с экспериментальными данными.



Ключевые слова: фрактальный анализ, термоокислительная деструкция, автозамедленный и автоускоренный режимы термоокисления, дифференциальное уравнения целого и дробного порядка.

Введение: Количественные оценки влияния структуры полимеров в их различных состояниях на процессы термоокислительной деструкции были до недавного времени исследованы в основном для твердофазных аморфно-кристаллических полимеров, при этом в качестве характеристики структуры использовалась степень кристалличности [1,2,3]. Это обусловливалось отсутствием количественной структурной модели для аморфного состояния полимеров в случаях аморфных стеклообразных полимеров и полимерных расплавов. Данный пробел удалось устранить благодаря появлению кластерной модели структуры аморфного состояния полимеров [4,5] и развитию методов фрактального анализа для описания полимеров [6,7].

Существуют два основных типа кинетических кривых описания [8,9]: кривые автозамедленного и автоускоренного типа. Начальная стадия окисления (автозамедленный режим) обусловлена обрывом цепи или пересечением макромолекулярных клубков и зависит от фрактальной размерности клубка, а также от плотности реакционноспособных центров. Автоускоренное течение процесса окисления связано с накопленной в окисляющемся веществе гидропероксидных групп, распад которых приводит к дополнительному зарождению свободных радикалов – вырожденному разветвлению цепи и способствует переходу реакций от автозамедленного к автоускоренному типу. Для псевдомономолекулярной реакции всегда наблюдаются кривые автозамедленного типа, а для бимолекулярной реакции – как автозамедленного, так и автоускоренного типа.

Цель работы: Исследование в рамках фрактального анализа возможности использования дифференциальных уравнений дробного порядка и сравнительный анализ результатов расчета точного решения предлагаемых дифференциальных уравнений при заданных начальных условиях с соответствующими результатами, полученными по дифференциальным уравнениям целого порядка, и степень их согласования экспериментальными данными.

Дифференциальные уравнения дробного порядка для кинетичесих кривых процесса термоокислительной деструкции полимеров: Несмотря на то, что математический аппарат дробного исчисления широко разработан в настоящее время [10,11], широкое применение дробных производных и интегралов в большинстве случаев сдерживается по причине отсутствия у них физической интерпретации дробного показателя.

Для эволюционных процессов с фрактальным временем в работе [12] показано, что в этом случае дробный показатель ν_d указывает долю состояний системы, сохранившихся за все время, и в случае одномерного евклидова пространства (d=1) совпадает с фрактальной размерностью множества Кантора $d_f<1$ в силу определения фрактала [13]. Для фрактальных объектов в евклидовых пространствах с размерностями $d>1$ в качестве ν_d следует принимать дробную часть d_f (в случае термоокислительной деструкции полимерных расплавов – Δ_f) согласно уравнению [14]:

$$\nu_d = d_f - (d-1), \tag{1}$$

где Δ_f – фрактальная (Хаусдорфова) размерность макромолекулярного клубка в расплаве. Тогда величина ν_d характеризует долю фрактала (макромолекулярного клубка), сохраняющуюся в процессе деструкции. При этом доля макромолекулярного клубка β_d, распадающаяся в процессе деструкции, определяется так [14]

$$\beta_d = 1 - \nu_d = 1 - [\Delta_f - d - 1] = d - \Delta_f, \tag{2}$$

или, поскольку в рассматриваемом случае d=3,

$$\beta_d = 3 - \Delta_f. \tag{3}$$

Как известно [1, 12], существуют два основных типа кинетических кривых окисления полимеров: кривые автозамедленного типа и кривые автоускоренного типа. Каждому типу кинетических кривых $N_{O_2}(t)$ в процессе термоокислительной деструкции соответствует определенный тип реакции. По определению [15], псевдомономолекулярной является реакция



$$A+B \rightarrow B, \tag{4}$$

при которой частица типа A аннигилирует, встречаясь с частицей B, при этом реагент A (кислород) подвижен, а реагент B неподвижен. Примерами бимолекулярных реакций являются реакции



$$A+A \rightarrow O \text{ и } A+B \rightarrow O, \tag{5}$$

где ***O*** означает инертные продукты. Для псевдомономолекулярной реакции наблюдаются кинетические кривые автозамедленного типа, тогда как для бимолекулярных реакций возможны кривые и автозамедленного, и автоускоренного типа. Обязательным условием реализации кривых последнего типа является [16] наличие временного (энергетического) беспорядка γ_s в системе, который определяется так [17]

$$\gamma_s = \frac{d_s}{2 + d_s}, \tag{6}$$

где d_s – спектральная размерность клубка, определяемая из уравнения [8].

$$\Delta_f = \frac{d_s(d+2)}{2}, \tag{7}$$

где d_s – спектральная размерность клубка, связанная с фрактальной размерностью D_f макромолекулярного клубка в растворе следующим соотношением [8]:

$$D_f = \frac{d_s(d+2)}{d_s + 2} \tag{8}$$

или принимается равной величине спектральной размерности для кластера Виттера-Сандерса [18].

В работе [14] предпринята попытка выяснить структурные факторы, определяющие ход термоокислительной деструкции в случае полимерных расплавов для полиарилатов



(ПАр) и блок-сополимеров полиарилатофиленсульфоноксил (ПААСО). Последние синтезированы из диана, смеси (1:1) дихлорангидридов, тере- и изофталовой кислот, дигидроксилсодержащего олигоариленсульфоноксида на основе диана и 4, 4' – дихлор-дифенилсульфина молекулярной массы 4600. Способы поликонденсации, которыми получены указанные полимеры, и свойства этих полимеров сведены авторами [14] в одну таблицу, приведенную в виде таблицы 6.1 в работе [19]. Согласно этой таблице, фрактальная размерность Δ_f макромолекулярного клубка для блок-сополимеров ПААСО для низкотемпературного, высокотемпературного, межфазного и эмульсионного способа поликонденсации равны 2,60; 2,64; 2,84 и 2,78, соответственно. В соответствии с ними вводятся обозначения ПААСО-1, ПААСО-2, ПААСО-3 и ПААСО-4. В настоящей работе будут исследованы только кинетические кривые указанных четырех видов ПААСО.

В рамках кластерной модели структура аморфных стеклообразных полимеров может трактоваться как перколяционный кластер, являющийся фракталом у порога протекания. Это позволяет определить величину фрактальной размерности d_f по критическим индексам перколяции β и ν, исходя из известного в теории перколяции уравнения

$$d_f = d - \frac{\beta}{\nu} \tag{9}$$

Структура полимерных расплавов может рассматриваться [4,5] как набор большого числа отдельных кластеров (макромолекулярных клубков), а траектория молекулы (атома) кислорода на такой структуре моделируется случайным блужданием. Так что в случае реакции окисления полимерных расплавов для оценки эффективной спектраль-ной размерности d_s' применимо уравнение Аргаракиса [20]

$$d_s' = d_s\left(2 - \frac{d}{d-\beta/\nu}\right), \tag{10}$$

Сочетание двух последних уравнений с уравнением (7) позволяет получить формулу d_s' по известным значениямΔ_f:

$$d_s' = \frac{2(2\Delta_f - d)}{d+2}, \tag{11}$$

Уравнение фрактальной кинетики для описания кривой $N_{O_2}(t)$ ($N_{O_2}(t)$– количество поглощаемого кислорода в момент времени t), предложенное в [21], имеет вид:

$$\frac{dN_{O_2}(t)}{dt} = k_d\left(N_{O_2}^{\infty} - N_{O_2}(t)\right)^n, \tag{12}$$

где $N_{O_2}^{\infty}$– количество кислорода, необходимое для окисления всех алифатических и ароматических групп, для ПААСО оно равно ~24,1 моль O_2/осн. моль ПААСО.

Порядок реакции n в (12) связан с эффективной спектральной размерностью d'_s следующим уравнением [21]:

$$n = 1 + \frac{2}{d_s'}. \tag{13}$$

Для ПААСО-1 вычисленные по уравнению (11) оценки d'_s при $T_{ст}$ =623 К и $T_{ст}$ =723 К равны 0,88 и 0,56, соответственно, а порядок реакции n, согласно (1.11), при $T_{ст}$ =623 К равен 3,27 и при $T_{ст}$ =723 К – n=4,57. ($T_{ст}$ – температура физического старения). Это значит, что фрактальность структуры приводит к тому, что увеличение $T_{ст}$ и соответствующее уменьшение Δ_f увеличивает порядок реакции n.
Для фрактальных реакций, т.е. реакций фрактальных объектов или реакций во фрактальных пространствах, наблюдается снижение их скорости k_p со временем, что аналитически выражается соотношением [22]

$$k_p \sim t^{-h}, \tag{14}$$

где h - показатель неоднородности, определяемый уравнением [23].

$$h = \frac{D_f - 1}{2}. \tag{15}$$

Поэтому левую часть уравнения (12) можно записать как t^{-h}, а само уравнение (12) в виде

$$t^{-h} = k_d\left(N_{O_2}^{\infty} - N_{O_2}(t)\right)^n. \tag{16}$$

Рассматривая (16) как уравнение регрессии $y=ax$, где $y = t^{-h}$ и $x = N_{O_2}^{\infty} - N_{O_2}(t)$, $a=k_d$, по экспериментальным наблюдениям $(t_i, N_{O_2}(t_i)),\ i = 1,\ldots,n$ можно вычислить коэффициент регрессии $a=k_d$.
Порядок реакции уравнения (12), обусловленный пространственным беспорядком (обозначается $n_{пр}$), связан с показателем h неоднородности структуры следующим уравнением [24]

$$n_{пр} = \frac{2-h}{1-h}. \tag{17}$$

При $T_{ст}$>$T_{пл}$ ($T_{пл}$ – температура плавления) порядок реакции n контролируется как пространственным ($n_{пр}$), так и временным ($n_{вр}$) беспорядком и определяется теоремой о субординации [25]

$$n = n_{пр} \cdot n_{вр}, \tag{18}$$

откуда можно вычислить величину $n_{вр}$:

$$n_{вр} = n / n_{пр}, \tag{19}$$

где n и $n_{пр}$ определяются формулами (13) и (17), соответственно.
Уравнение (12) после замены

$$\tilde{N}_{O_2}(t) = \left(N_{O_2}^{\infty} - N_{O_2}(t)\right)^{-n} \tag{20}$$

приводится к дифференциальному уравнению относительно функции $\tilde{N}_{O_2}(t)$:



$$\frac{d\tilde{N}_{O_2}(t)}{dt} = \tilde{k}_d [\tilde{N}_{O_2}(t)]^{\tilde{n}}, \tag{21}$$

где

$$\tilde{k}_d = n \cdot k_d, \; \tilde{n} = 1/n. \tag{22}$$

Уравнение (21) после введения дробного показателя ν_d ($0<\nu_d<1$), определяемого формулой (1) с учетом того, что в нашем случае $d_f = \Delta_f$, т.е.

$$d_f = \Delta_f - (d-1) \tag{23}$$

приводится к дифференциальному уравнению дробного порядка

$$ {}_0D_t^{\nu_d} \tilde{N}_{O_2}(t) = \tilde{k}_d [\tilde{N}_{O_2}(t)]^{\tilde{n}}, \tag{24}$$

где ${}_0D_t^{\nu_d}$ - дробная производная Римана-Лиувилля [11]:

$$ {}_0D_t^{\nu_d} \tilde{N}_{O_2}(t) = \frac{1}{\Gamma(1-\nu_d)} \frac{1}{dt} \int_0^t \frac{\tilde{N}_{O_2}(\xi) d\xi}{(t-\xi)^{\nu_d}}, \tag{25}$$

$\Gamma(\cdot)$ - гамма-функция Эйлера.

Замена производной первого порядка $\frac{d}{dt}$ на операцию дробного дифференцирования с показателем $\nu_d<1$ означает, что из-за фрактальной среды скорость процесса несколько замедляется. Поэтому при $\nu_d<0{,}7$ уравнение (24) является наиболее подходящим для описания кинетических кривых автозамедленного типа (ПААСО-1 и ПААСО-2), а при $0{,}7< \nu_d < 1$ – для кинетических кривых автоускоренного типа (ПААСО-3 и ПААСО-4). При $T_{ст}$ =623 К, согласно (11), d'_s для полимеров ПААСО изменяется в пределах от 0,88 до 1,072 и, в соответствии с (13) порядок реакции n удовлетворяет для таких полимеров неравенству

$$2{,}866 \le n \le 3{,}272. \tag{26}$$

Уравнение (24) с порядком реакции $\tilde{n} \neq 1$ является частным случаем (при $y(t) = \tilde{N}_{O_2}(t)$, $\beta=0$, $\alpha=\nu_d$, $m=\tilde{n}$, $\lambda=k_d$) следующего нелинейного дифференциального уравнения дробного порядка [26]:

$$({}_0D_t^{\alpha} y)(t) = \lambda t^{\beta} [y(t)]^m, \; (t>0,\, m>0,\, m \neq 1), \tag{27}$$

которое при условии

$$\frac{\beta+\alpha}{1-m} > -1 \tag{28}$$

имеет решение:

$$y(t) = \left[\frac{\Gamma\left(\dfrac{\beta+\alpha}{m-1}+1\right)}{\lambda\Gamma\left(\dfrac{\beta+\alpha m}{m-1}+1\right)} \right]^{1/(m-1)} \cdot t^{(\beta+\alpha)/(1-m)}, \qquad (29)$$

где $\Gamma(\cdot)$ – гамма-функция Эйлера.

При условии (28) выполняется соотношение $y(t) \in C_{\gamma-\alpha}[0;\infty)$, $\gamma = \dfrac{\beta+m\alpha}{m-1}$, $\gamma-\alpha = \dfrac{\beta+\alpha}{m-1}$, где $C_{\gamma-\alpha}[0;\infty]$ – пространство функций *y(t)*, определенных на $[0;\infty]$, по норме пространства непрерывных на $[0;\infty]$ функций, т.е. $\left\| t^{\gamma-\alpha} y(t) \right\|_{c[0;\infty)} < \infty$. При этом функция $y(t)$ представляемая формулой (29), является решением взвешенной задачи Коши ([26], §3.3.7), в которой уравнение (27) рассматривается в зависимости от α при начальном условии

$$\lim_{t\to 0+}[t^{1-\alpha} y(t)] = 0 \quad (0 < \alpha < 1) \qquad (30)$$

или начальном условии

$$({}_0D_t^{\alpha-k} y)(0+) = 0,\ (\alpha > 0,\ k = 1,\ldots,n = -[-\alpha]). \qquad (1.25)$$

Начальное условие (30) для уравнения (24) будет удовлетворяться, так как $\tilde{N}_{O_2}(0) = \left(N_{O_2}^{\infty}\right)^{-n}$ и условие (28) принимает в данном случае следующий вид

$$0 < \nu_d \frac{n}{n-1} < 1.$$

Из (20) получим

$$N_{O_2}(t) = N_{O_2}^{\infty} - \left(\tilde{N}_{O_2}(t)\right)^{-1/n}, \qquad (32)$$

где

$$\tilde{N}_{O_2}(t) = \left[\frac{\Gamma\left(1-\dfrac{\nu_d \cdot n}{n-1}\right)}{n \cdot k_d \Gamma\left(1-\dfrac{\nu_d}{n-1}\right)} \right]^{n/(1-n)} \cdot t^{\frac{\nu_d \cdot n}{n-1}}. \qquad (33)$$

На рисунок 1 приведены результаты расчетов кинетических кривых $N_{O_2}(t)$ для четырех видов полимеров ПААСО с $T_{ст}$=623 К.

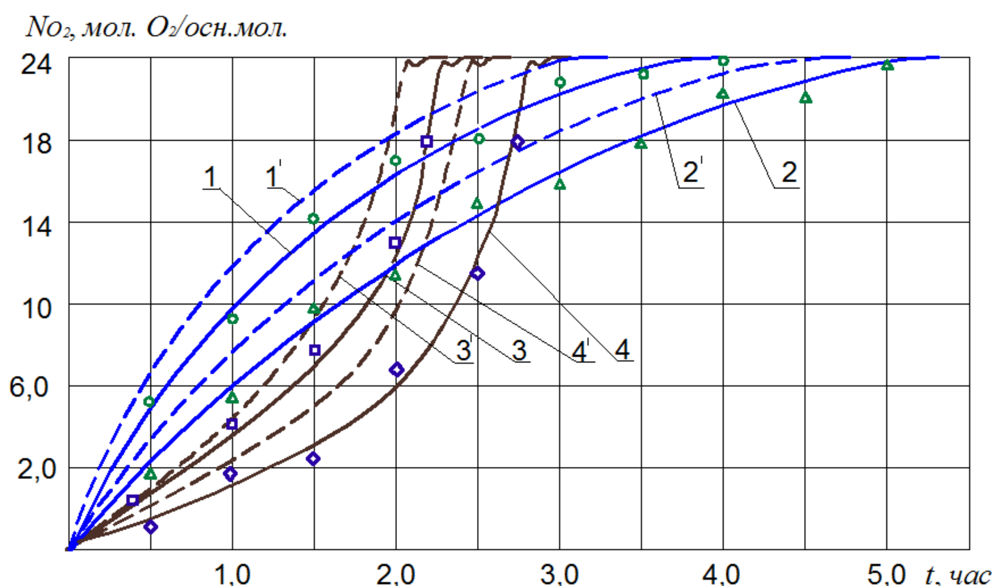


Рисунок 1. Кинематические кривые термоокислительной деструкции полимеров ПААСО: кривые 1, 2, 3, 4 (сплошные линии) рассчитанные соответственно для ПААСО-1, ПААСО-2, ПААСО -3, ПААСО-4 по дифференциальным уравнениям дробного порядка; кривые 1', 2', 3', 4' (пунктирные линии) рассчитанные по дифференциальным уравнениям целого порядка; экспериментальные данные отмечены символами ○, △, □,◇ для ПААСО-1, ПААСО-2, ПААСО -3, ПААСО-4, соответствено.

ПААСО-1 – Δ_f=2,6, υ_d=0,6, n=3,27, d'_s=0,88;
ПААСО-2 – Δ_f=2,64, υ_d=0,64, n=3,193, d'_s=0,912;
ПААСО-3 – Δ_f=2,84, υ_d=0,84, n=2,866, d'_s=1,072;
ПААСО-4 – Δ_f=2,78, υ_d=0,78, n=2,953, d'_s=1,024.

Значения величин Δ_f взяты из приведенных в [19, табл. 6.1] основных характеристик ПААСО для четырех различных способов поликонденсации: низкотемпературной (ПААСО-1), высокотемпературной (ПААСО-2), межфазной (ПААСО-3) и эмульсионной (ПААСО-4).

Соответствующие указанным полимерам кинетические кривые, рассчитанные по формулам (32-33), обозначены как кривые 1, 2, 3 и 4 и изображены сплошными линиями, а их экспериментальные данные –обозначены 1', 2', 3', 4'.

Для сравнения на рисунок 1 приведены графики кинетических кривых для данных полимеров рассчитанных по формуле

$$N_{O_2}(t) = N_{O_2}^{\infty} - [(n-1)k_d \cdot t + (N_{O_2}^{\infty})^{1-n}]^{1/(1-n)}, \quad (34)$$

представляющей решение дифференциального уравнения целого порядка (12) при начальном условии $N_{O_2}(0) = 0$.

Как видно из рисунок 1 кривые 1, 2, 3 и 4 хорошо согласуются с экспериментальными данными, чего нельзя сказать относительно кривых 1', 2', 3', 4'.

Заключение. Полимеры во всех своих состояниях и на разных структурных уровнях являются фракталами. Наиболее точно структуру макромолекулярного клубка, являющегося фрактальным объектом, можно охарактеризовать его фрактальной (Хаусдорфовой) размерностью Δ_f, описывающей распределение элементов клубка в пространстве. Для эволюционных процессов с фрактальным временем показано, что в этом случае дробный показатель ν_d показывает долю состояний системы, сохранившихся за все время. Для термоокислительной деструкции полимерных расплавов, как фрактальных объектов в евклидовом пространстве с размерностью d>1, в качестве ν_d принимается дробная часть Δ_f, т.е. $\nu_d = \Delta_f - (d-1)$, где Δ_f- фрактальная размерность макромолекулярного клубка полимера расплава.

Обычно в рамках фрактальной кинетики для описания зависимостей количества поглощаемого кислорода $N_{O_2}(t)$ от времени в процессе термоокисления полимеров, принимается дифференциальное уравнение целого порядка (равного единице) относительно $N_{O_2}(t)$ (уравнение (12), которое после замены (20) приводится к дифференциальному уравнению того же порядка (уравнение (21). Вместо последнего нами предлагается в качестве уравнения фрактальной кинетики процесса термоокислительной деструкции полимерных расплавов, рассматривать дифференциальное уравнение дробного порядка (24), которое при 0< ν_d <1 описывает как реакции автозамедленного типа (при малых ν_d), так и втоускоренного типа (при ν_d, близких к единице), при значениях порядка реакции n>1.

На начальной стадии процесса термоокисления полимеров окисление локализовано в аморфной части и реализуется обычно в виде псевдомономолекулярной реакции, протекающей в автозамедленном режиме с периодом индукции $t'_{ст}$. Частичное разрушение и аморфизация кристаллов полимера происходит лишь на более глубокой стадии окисления в автоускоренном режиме при $t>t'_{ст}$, реализуемой в виде бимолекулярной реакции.

Полученные по уравнениям (32) и (33) кинетические кривые $N_{O_2}(t)$ (кривые 1, 2, 3 и 4 на рисунок 1) хорошо согласуются с экспериментальными данными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шляпников Ю.А., Кирюшкин С.Г., Марьин А.П. Антиокислительная стабилизация полимеров. –М.: Химия, 1986. – 256 с.
2. Эмануэль Н.М. //Высокомолек. соед. А. 1985. Т. 27. №7. С. 1347-1363.
3. Гладышев Г.П., Ершов Ю.А., Шустова О.А. Стабилизация термостойких полимеров. –М.: Химия. 1979. 272 с.
4. Козлов Г.В., Новиков В.У. //Кластерная модель аморфного состояния полимеров. //Успехи физических наук. 2001. Т. 171. №7. С. 717-764.
5. Kozlov G.V., Zaikov G.E. Structure of Polymer Amorphous State/ Utrecht-Boston: Brill Academic Publishers. 2004. 465 p.



6. Козлов Г.В., Новиков В.У. Синергетика и фрактальный анализ сетчатых полимеров. –М.: Классика,1998. 112 с.
7. Новиков В.У, Козлов Г.В. //Успехи химии. 2000. Т. 69.№6.
8. Vilgis T.A.//Physics A. 1998. V. 153. №2: p. 341-354.
9. Kozlov G.V., Zaikov G.E. The Structural Stabilization of Polymers: Fractal Models. Leiten, Boston, Brill Academic Publishers, 2006, 345 p.
10. Oldham K., Spanier J. Fractional calculus – London – New York: Academic Press, 1973. – 412 p.
11. Самко С.Р., Килбас А.А., Маричев О.И. Интегралы и производные дробного порядка и некоторые их приложения. – Минск: Наука и техника, 1987. – 688 с.
12. Нигматулин Р.Р. Дробный интеграл и его физическая интерпретация //Теоретическая и математическая физика. – 1992 – т. 90. – №3 – с. 354-367.
13. Halsey T.C., Jensen M.H., Kadanov L.P., Procaccia I., Shraiman B.I. //Phys. Rev. A., 1986, v. 33, №2, p. 1141-1151.
14. Козлов Г.В., Шустов Г.Б. Заиков Г.Е. //Журнал прикладной химии, 2002, т. 75, №3, с. 485-487.
15. Блюмен А., Клафтер Дж., Цумофен Г. Реакции в фрактальных моделях неупорядоченных систем. В кн.: Фракталы в физике. Ред. Пьтронеро Л., Тозатти Э. – М.: Мир, 1988. С. 561-574.
16. Козлов Г.В., Буря А.И., Бурмистр М.В., Заиков Г.Е. //Вопросы химии и химической технологии. 2004. №1, с. 111-114.
17. Sahimi M., McKarnin M., Nordarl T., Tirell M. //Phys. Rev. A. 1985. V. 32, №1. P. 590-595.
18. Meakin P., Stanley H.E. Spectral dimension for the diffusion limited aggregation model of colloid growth. //Phys. Rev. Left. 1983. V.51. №16. P. 1457-1460.
19. Долбин И.В., Козлов Г.В., Заиков Г.Е. Структурная стабилизация полимеров: Фрактальные модели. –М.: Изд-во «Академия Естествознания», 2007. – 328 с.
20. Аргиракис П. В кн.: Фракталы в физике. Ред. Пьетронеро Л., Тозатти М., М.: Мир.1988. с. 513-518.
21. Family F. J. Stat. Phys., 1984, v. 36, N5/6, p. 881-896.
22. Klymko P.W., Kopelman R. // J. Phys. Chem. 1983, v. 87, N23, p. 4565-4567.
23. Долбин И.В., Козлов Г.В. Доклады Адыгс. Междунар. АН, 2004, т. 7, №1, с. 134-137.
24. Alexander S., Orbach R. //J. Phys. Lett (Paris), 1982, v. 42, N17, p. L625-L631/
25. Машуков Н.И., Сердюк В.Д., Козлов Г.В., Овчаренко Е.Н., Гладышев Г.П., Водахов А.Б. Стабилизация и модификация полуэтилена акцепторами кислорода. (Препринт). М.: ИХСРАН СССР. 1990. 64 с.
26. Kilbas A.A., Srivastava H.M., Trujillo J.J. Theory and Applications of Fractional Differential Equations. ELSEVER, 2006. – 523 p.

*О.А.Дышин, И.А.Габибов, Дж.Н.Асланов выражают благодарность Фонду Развития Науки при Президенте Азербайджанской Республики за финансовую поддержку (Грант № EIF -MQM-ETS-2020-1(35)-08\04\1-M-04

SIMULATION OF KINETIC CURVES OF THERMO-OXIDATIVE DESTRUCTION OF PROLIMERS USING DIFFERENTIAL EQUATIONS OF FRACTIONAL ORDER

[1]Oleq Dyshin, [2]Ibrahim Habibov, [3]Camaladdin Aslanov, [4]Sevda Aghammadova, [5]Irada Hasanzada

[1]Senior Researcher, Research Institute "Geotechnological Problems of Oil, Gas and Chemistry", Azerbaijan.

[2]Professor, “Engineer and Computer Graphics”, Azerbaijan State Oil and Industry University, Doctor of technical sciences, Azerbaijan. E-mail: h.ibo@mail.ru. https://orcid.org/0000-0003-3393-7812

[3,4,5]Dosent, Azerbaijan State Oil and Industry University, Candidate of technical sciences, Azerbaijan.

ABSTRACT

In the paper it is proposed to consider fractal kinetics equations for process of thermo-oxidative destruction of melt polymers in the form of differential equations of fractional order, equaling to fraction of reactant groups of polymer, which are not subjected to destruction, with order of reaction $n > 1$. Small ν_d characterize the autoslowed-down type of reaction, and at big $\nu_d <1$ - the autoaccelerated thermooxidation type with an decreasing speed of oxidation reaction, respectively much more smaller and close to an integer derivative on time of the first order. Comparative analysis of calculation results with corresponding results obtained by differential equations of integer order and degree of their matching with experimental data is given.

Keywords: Fractal analysis, thermo-oxidative destruction, auto-slow and auto-accelerated type of thermal oxidation, differential equations of type and fractional orders.



INVESTIGATION OF WAYS TO REMOVE OXIDE FILM FROM THE SURFACE OF METALS AND SOLDER MATERIALS IN THE SOLDERING PROCESS UNDER DIFFERENT CONDITIONS

[1]Agali Guliyev, [2]Aynur Sharifova, [3]Svetlana Hajiyeva

[1]Associate Professor, "Mechanical Engineering and Materials Science", Azerbaijan State Oil and Industry University, Doctor of Philosophy, Azerbaijan. E-mail: aaquliyev@mail.ru

[2]Assistant, "Mechanical Engineering and Materials Science", Azerbaijan State Oil and Industry University, Doctor of Philosophy, Azerbaijan. E-mail: aynur.sh84@mail.ru. https://orcid.org/0000-0002-4591-8013

[3]Assistant, "Mechanical Engineering and Materials Science", Azerbaijan State Oil and Industry University, Azerbaijan. E-mail: haciyeva_1987@list.ru

ABSTRACT

The article considers important to study the issues of removal of oxide films from the surface of metals and solder materials and the increase of homogeneity of the space in the process of soldering under the active gas and vacuum conditions. Theoretical and experimental studies have shown that the process of self-fluxing is mainly associated with the reduction of adsorption forces, dispersion of oxide films and solubility in solder.
Keywords: steel unit, copper-phosphorus alloy, active gas-vacuum, melting temperature, cracking, wetting, oxide film, self-fluxing, microstructure, hardening.

XÜLASƏ

Bu məqalədə aktiv qaz və vakuum şəraiti üzrə lehimləmə prosesində metal və lehim materialları səthindən oksid pərdəsinin çıxarılması və araboşluğunun bircinsliyinin artırılması məsələlərinin tədqiqi vacib sayılmışdır. Nəzəri və təcrübi tədqiqatlar nəticəsində özüflüsləmə prosesinin əsasən adsorbsion möhkəmliyin azalması, oksid pərdəsinin disperslənməsi və lehim ərintisində həll olması ilə əlaqədar olduğu aşkarlanmışdır.
Açar sözlər: polad qovşaq, mis-fosfor lehimi, aktiv qaz - vacuum, ərimə temperaturu, araboşluğu, axma-islatma, oksid pərdəsi, özü flüsləmə, mikrostruktur, möhkəmlənmə.

Relevance of the issue: Currently, the research of the kinetics and classification of soldering shows that a number of conditions must be met to obtain a solder joint. These conditions include the following: heating the materials of the joined parts below the melting temperature; inserting a layer of liquid solder into the space between the joined parts; interaction between soldered materials and solder alloy; crystallization of the liquid phase between the surface of the parts to be soldered [1, 2].
The solder joint, which reflects these conditions, is not homogeneous in structure and composition and consists of a solder seam, a cast layer (seam), a solder and a diffusion zone.

As a result of research, it has been found that the flow of molten solder in the intermediate space depends on the nature of the previous processing of the soldered material, their surface condition, quantities, homogeneity of the intermediate space, removal of oxide film during soldering, etc. It is difficult to theoretically demonstrate the effects of these factors, so the increase in solder height in the solder space is determined by extensive experiments and carried out as a dependence function of the height on the space [3].
One of the most urgent issues is the creation and selection of good conditions for solder. Here, the issue of the release of oxides on the surface of soldered and soldering materials arises as scientific problems. For this purpose, fluxes and different environments create in various materials the processes such as absorption conditions and the formation of soldering. The scientific article covering such research issues can be considered more relevant.

The purpose of the research: Theoretical and experimental research of the process of reduction of the oxide film by self-absorbing Cu-P system solder, which plays a role in improving and forming the absorption conditions of soldering in different environments.

Theoretical solution and methodology of the research: It has been found that the required space in solder joints is determined experimentally. This dependence is determined by the relationship between the solder height corresponding to the space [3]. A special design has been developed to determine the dependence of the rise height of the solder on the space (Figure 1):

$$a_{max} = \frac{a_0}{2}\left[1\text{-}\cos\frac{57{,}3(\pi r - bh^n)}{r} \right]$$

where, a_{max} - the maximum acceptable space (corresponding to the height of the solder); a_0- maximum spacing between carving and stuffing; *r* - is the radius of stuffing; *b, n* - are constants (values are given in Table 1).

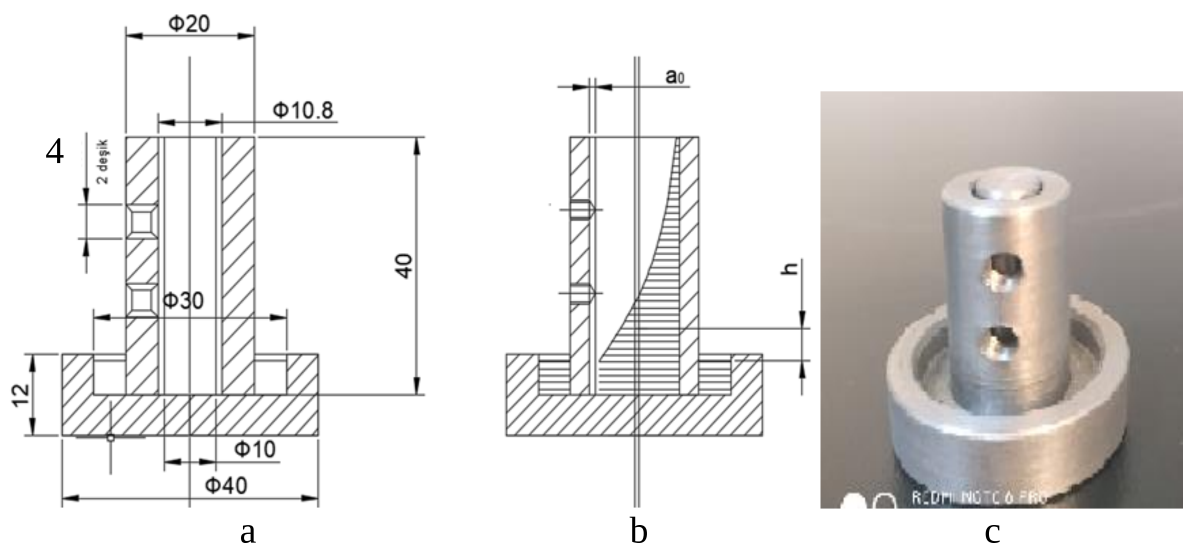


Figure 1. Design to determine the dependence of the rise height of the solder on the space



Table 1. Values of constants b and n for soldering of C_T3 steel in hydrogen medium with the ratio of 20 of the stuffing diameter to the maximum spacing

Solder	Soldering temperature, °C	b	N
Copper (Cu)	1130	7,36	0,27
Copper - phosphorus (Cu-P)	960	7,13	0,25
Bronze Л63 (Cu-Zn)	1000	7,23	0,19

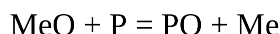
To evaluate the capillary property of the solder, it should be noted that there is no linear relationship between the rise height of the molten solder in the intermediate space and the angle of external absorption of the soldered material. That is, it can be understood that a small edge absorption angle may not always correspond to a large soldering height in the space. In general, the best flow of solder with the largest absorption (wetting) angle occurs within 0.2-0.5 mm space.

Changes in the height of the solder have been found in soldering carried out by changing the composition of the soldering environment. Soldering with different solders has shown that the hydrogen environment creates better conditions for the solder to flow in the intermediate space than in a vacuum. Therefore, to create the best conditions, the oxides on the surface of the solder and solder materials must be released. For this purpose, fluxes, active gas medium and vacuum are applied. It is once again confirmed that in order to improve the absorption conditions and the formation of soldering, the solder contains B, P, Si, etc. components that play the role of flux [4].

If the base metal to be soldered is Cu and Fe, and there is presence of the copper in the solder alloy and the interaction with these components can play a key role in improving and forming the soldering conditions. From this point of view, the interaction of the elements Cu and Fe with other elements can be seen in the figure below (Figure 2).

Based on the modern ideas, self-fluxing is associated with:

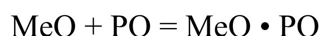
- is related to the reducing properties of the solder component, which undergoes a chemical reaction by interacting with the oxide of the soldered metal:



$$MeO + P = PO + Me$$

where, MeO is a metal oxide; P - deoxygenator.

- The fluxing role of oxides, which arises from the oxidation of the deoxygenator:



$$MeO + PO = MeO \cdot PO$$

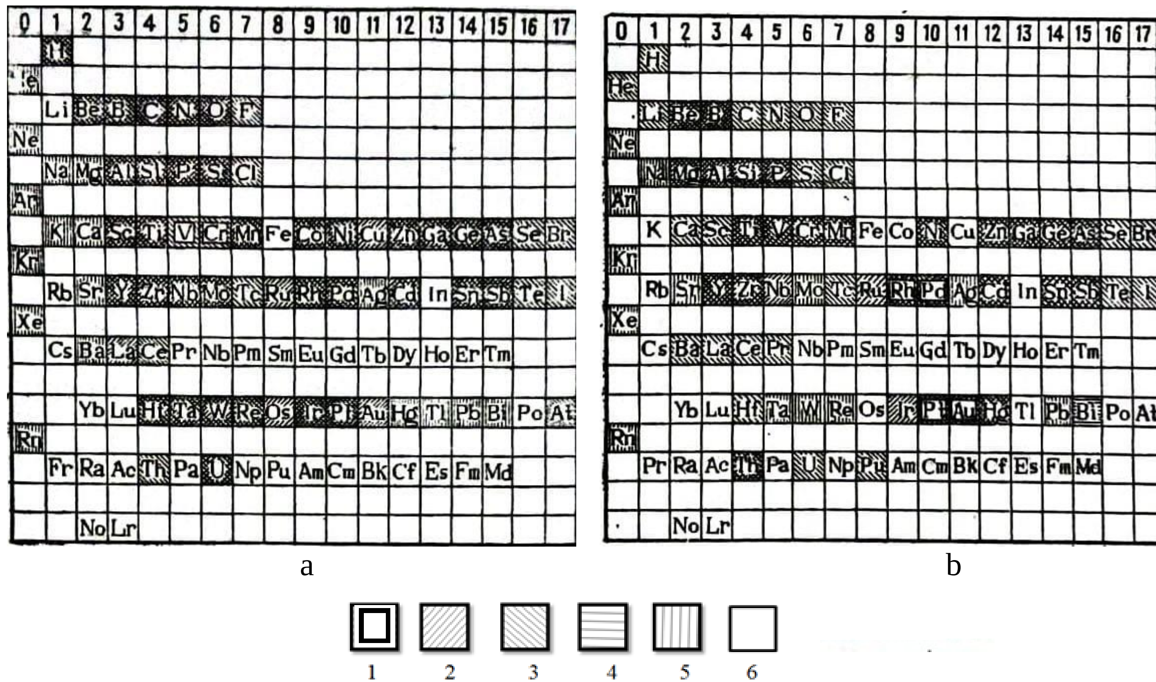


Figure 2. Interaction of iron (a) and copper (b) with different elements: 1- forming an unlimited solid solution; 2- forming a limited solid solution, 3- forming a compound; 4- forming a mechanical mixture; 5- not interacting, 6- unstudied.

The possibility of absorption (wetting) during self-fluxing is estimated by reducing the oxides due to the solder components and changing the isobar potentials associated with other oxides in the complex.
In the first case, the reaction of isobar potential change:

$$\Delta Z^{\circ} = \Delta Z^{\circ}_{MeO} + \Delta Z^{\circ}_{P} - (\Delta Z^{\circ}_{PO} + \Delta Z^{\circ}_{Me}) \qquad (1)$$

During the analysis of different systems, it has been found that if ΔZ is positive (about 335-419 kC/mol O_2), then the external wetting angle is close to 180˚.
If the adhesion work on the Van der Vaals quantity is (1 ÷ 3) x10^{-5} C/cm^2, then the wetting will be zero. At reverse values of ΔZ (21 ÷ 42 C / mol O_2) the external wetting angle decreases to 20-30˚ [3].
The oxide film complicates the bond between the molten solder and the soldered metal. Therefore, it must be removed from the surface. During a chemical reaction, the thermodynamic potential of the system changes:

$$Z_2 - Z_1 = \Delta Z_T, \qquad (2)$$

Here, Z_1 and Z_2 are the thermodynamic potentials of the system in the arbitrary 1 and 2 states; ΔZ_T is the change in thermodynamic potential of the system or the thermodynamic potential of the reaction, C/mol.
The reaction is spontaneous, where the thermodynamic potential of the system decreases, but the entropy increases. In this case,

$$Z_2 < Z_1 \quad \text{and} \quad \Delta Z_T < 0 \qquad (3)$$



Soldering usually occurs during the constant pressure of the environment, then the change in the indicated potential is called isobar.

In general, the change in soldering when heated to T_2 temperature is determined by the following equation [5]:

$$\Delta Z_T = \Delta H_{298} + \int_{298}^{T_1} \Delta C\, p_1 dT + Q_1 + ... + \int_{T_i}^{T_2} \Delta C\, p_i dT + Q_i - T(\Delta S_{298} + \int_{298}^{T_1} \frac{\Delta C_{p_1}}{T} dT + \frac{Q_1}{T_1} + ... + \int_{T_i}^{T_2} \frac{\Delta C_{p_i}}{T} dT + \frac{Q_i}{Ti}) \quad (4)$$

where ΔH_{298} is the standard heat of formation (enthalpy) of the substance;

T_1 ... T - phase conversion temperature in the range from 298K to T_2;

ΔC_{p_1}... ΔC_{p_2} - change of molar heat capacity in the appropriate temperature range;

Q_1 ... Q_2 - phase conversion temperature;

ΔS_{298} is the change in standard entropy.

These thermodynamic quantities are calculated on the basis of known laws of physical chemistry.

For the calculation of the change in isobar potential at a temperature up to a given temperature T_2, a simpler dependence with the required degree of accuracy can be used instead of equation (4):

$$\Delta Z_T = \Delta H_{298} + a_0 T_2 \lg T + a_1 T_2^2 + a_2 T_2^{-1} + J_1 T_2 + J_2 \quad (5)$$

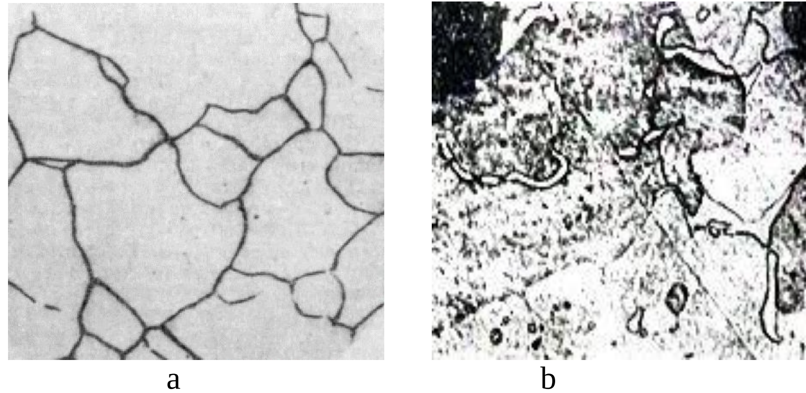
where, a_0, a_1, a_2 are the coefficients of proportionality; J_1, J_2 are constants.

Implementations of the calculated results of ΔZ_T by formulas (4) and (5) are given in the form of tables in the questionnaires and exact chemical reactions - in the graphs. T_2 covers the range of soldering temperatures from 200 to 2500K. Virtually all of these situations encountered interact with soldered metals. Thus, in the absence of data, a complete solution of questionnaires can be performed by equations, inequalities, and elements of temperature conditions using expressions (3) and (4) or (3) and (5).

CT3 steel and Cu-P self-flux soldering material have been selected for soldering. The structure of the Cu and Cu-P system solder is shown in Figure 3.

Soldering has been performed under hydrogen, nitrogen and vacuum conditions. The microstructure of the soldered material, Cu and Cu-P solder material has been studied under the “PME OLYMPUS TOKYO” optical microscope, and the microstructure of the seam on the soldered material has been studied under the "TESCAN VGA3" electron microscope.

As it has been mentioned above, a special design has been developed to determine the dependence of the rise height of the solder on the space. Figure 4 shows a structural drawing of a steel joint to be soldered with Cu-P solder material.



a b

Figure 3. Microstructures of cast copper (a) and Cu-P alloy (b) (x400).

Solution of the problem: During the soldering in the reducing medium, along with the process shown, there is the issue of reduction of the oxide layer. C_T3 steel selected during soldering has been found to be hydrogenated at 1100°C, 1150°C and 1200°C and after 10, 30 and 60 seconds of retention, with increasing soldering temperature and retention time, the solution effect of the solder is enhanced by the oxide film of the soldered metal. In particular, when C_T3 steel, oxidized before soldering, is still heated in a hydrogen medium, the solubility of the oxide film in the solder slowly decreases, starting at 1150°C, it lasts for 30 seconds. Depending on the soldering temperature and retention life of the oxide film, the removal rate is easily monitored.

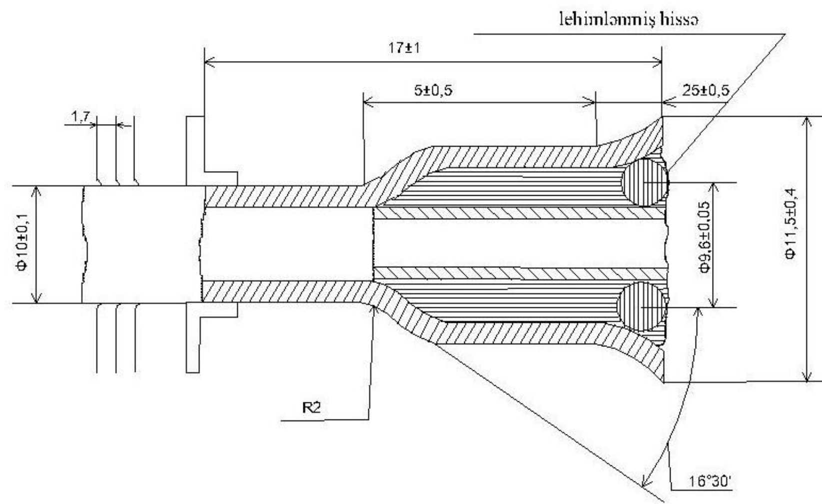
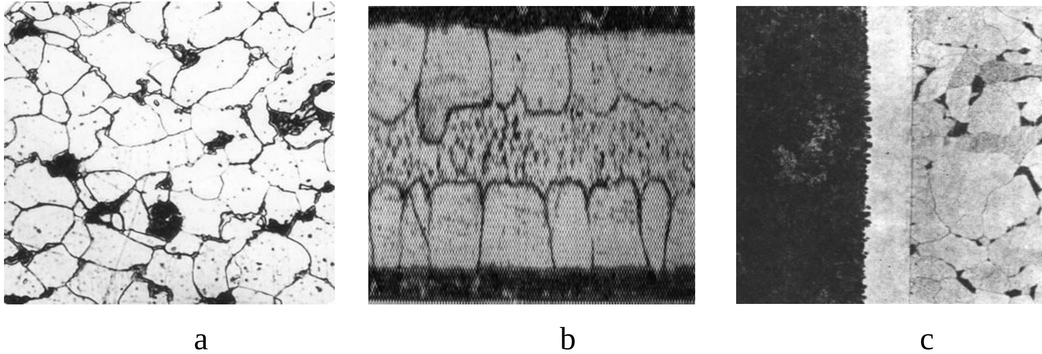


Figure 4. Structural drawing of the steel joint to be soldered and scheme of solder placement.

Figure 5 shows that the oxide film passing into the solder alloy has a finely dispersed granular structure. Studies of oxide film grains show that they contain 94.6% Fe and 5.4% Cu. This confirms that the individual grains have been reduced to metal and copper penetrated them.
The effect of soldered steel on self-absorption is related to the nature and structure of the oxide film formed. It decomposes under the influence of heat and forms slags that melt easily with

solder oxides. The values showing the solubility of oxygen in the metal at high temperatures are given in Table 2.



a b c

Figure 5. Seam microstructure of hydrogen-soldered steel (x400): a - soldered C_T3 steel; b - copper-soldered C_T3 steel (soldering temperature 1120°C, retention 0.5 min); c - C_T3 steel soldered with eutectic copper-phosphorus alloy (soldering temperature 960°C, retention 0.5 min)

Table 2. Values indicating the solubility of oxygen in the metal at different temperatures

Metal	Temperature,°C			Oxygen solubility (molar amount,%)
	Melting	Boiling	Solution	
Cu	1083	2570	1200	5,7
Fe	1537	3070	1537	0,6

As it can be seen from the table, intensive dissolution of oxygen is observed in molten copper. Iron is about 9 times less soluble than copper. When the molten copper cools, the dissolved oxygen turns into oxide. Copper-oxygen eutectic with a melting point of 1065°C is formed in the 0.39% amount of oxygen.

Fluxing additives intensify the process of deoxygenation in the oxide film. They interact as much as the soldered metal and the kinetics of the self-fluxing process can change. When the copper-phosphorus system solder reduces the oxide film, the Fe3P intermetallic formation reaction occurs.

The presence of intermetallic layers on the surface with film layers is confirmed by the measurement of microhardness. The intermetallic in microhardness layer is H_μ834,9 - 1009, and in the soldered metal is H_μ148-174.

If the oxide film is removed by mechanical processing and soldering is performed in a hydrogen medium, then it is observed that the intermetallic layer occurs at the boundary of the melting zone (Figure 5, b).

The adhesive layer on the soldered metal is called diffusion. Solid and brittle intermetallic phases are formed not only in the soldering zone, but also in the seam due to the interaction of phosphorus in the solder.

When C_T3 steel is soldered under nitrogen and vacuum conditions, first of all, the oxide film is layered, transferred to the solder and dissolved.

Since there is no reduction of oxides during soldering under nitrogen conditions, the transfer of the oxide film occurs mainly due to the dissolution in the solder. For this reason, the removal of oxide is very slow. However, in the structure of the seam, oxide film particles are observed in the melting zone, as it is seen on the surface of the soldered metal. With the increase of the temperature and retention time, the solubility also increases.

During vacuum soldering, the dissolution of the oxide film in molten solder is slower than in soldering under nitrogen conditions.

If the steel C_T3 is soldered at the soldering temperature for one minute in nitrogen, the traces of the oxidation film appear in the seam, as in a vacuum. It dissolves the solder film here and creates a metallic texture on the soldered metal and melts in a separate layer on the surface. The removal of the oxide film during vacuum soldering depends on the degree of dilution (vacuuming). Copper soldering of additional oxidized C_T3 steel in air for one minute is at 700°C and at 1100°C and 1200°C and one minute of retention at 13.3; vacuum soldering at pressures of 1.33 and 1.13 • 10^{-3} Pa has been considered appropriate. No solder weight is spilled on the surface of C_T3 steel at 13.3 Pa and 1100°C in vacuum, and solder weight is spilled at 1.33 Pa dilution (again at the same temperature). At 1.33 • 10^{-3} Pa, a spill occurs, the spill area decreases (Figure 6). Metallographic studies of soldering show that the oxide film at a vacuum of 1.33 Pa is practically not considered either on the surface of C_T3 steel or in the seam.

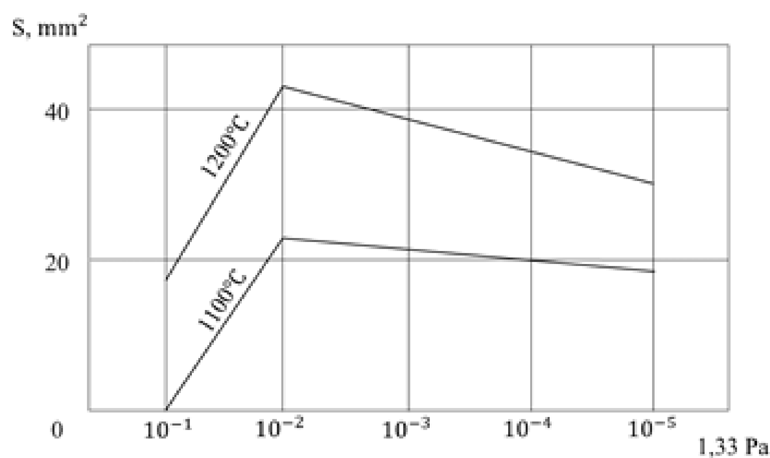


Figure 6. Dependence of copper solder cast area on the degree of dilution (vacuum) in oxidized C_T3 steel.

In the case of soldering at a pressure of 1.33 • 10^{-3} Pa in vacuum, an oxide film thickens on the surface of C_T3 steel, and a large amount of it can be observed during the study of the seam microstructure. During vacuum soldering of C_T3 steel with copper self-fluxing, the casting is intensified at a dilution of 1.33 Pa. As the soldering temperature increases, the intensity of self-fluxing increases and it is maintained at a maximum of 1.33 Pa.

Conclusion: Taking into account the total amount of solder in the capillary cavity during soldering and the amount of flux additives introduced into the solder, it can be concluded that



the self-soldering process is mainly due to reduced strength, dispersion of the oxide layer and dissolution of the oxide film in the solder alloy. It has been found that if the alloy metal is oxygen-free, it can dissolve enough oxide in its composition and has a high-strength solder.

REFERENCES

1. Petrunin I.E. Soldering Handbook. Moscow: Mechanical Engineering, 2003.
2. Lashko S.V., Vrublevsky E.I. Soldering technology for products in mechanical engineering. M .: Mechanical Engineering, 1993.
3. Zenin V.V., Segal Yu.E., Kolbenkov A.A. Assessment of the wettability and spreading of the solder along the brazed surface // Petersburg Zhurn. electronics. 2000. № 2. p. 32-36.
4. Parfenov A.N. Introduction to the theory of strength of soldered joints // Technologies in the electronic industry. 2008. № 2. p. 46-52.
5. Divakov D.V. Mathematical modeling of the PCB soldering process. "The world of modern science" 2016 №4 (38). p. 8-12.

TORSİON VALLARDA YÜKLƏNMƏDƏN YARANAN ÇATLAQLARIN ANALİZİ

Tehran Məmmədli

Magistrant, Azərbaycan Texniki Universiteti, Azərbaycan. E- mail: tehran.mmmdli@mail.ru.
https://orcid.org/0000-0003-4212-7416

XÜLASƏ

Fırlanma vallarını elastik asma elementləri kimi istifadə edən gövdə asma sistemləri hazırda ən müasir tırtıllı maşınlarda quraşdırılır. Belə sistemlərin əsas nasazlığı tırtılların birləşmə yerində köhnə çatların yaranması nəticəsində asqıların düyünlərini sıradan çıxarmasıdır. Ardıcıl tırtıllı şassinin fırlanma vallarının çatlaq müqavimətinin təhlili aparılmış, bunun əsasında GT-TM, GT-TMS və s. çoxməqsədli nəqliyyat vasitələri seriyası hazırlanmışdır. Tədqiqatlar fırlanma valının silindrik hissəsi üzərində yerləşən, səthinin küncdən fırlanma oxuna bucaq altında yönəldiyi və əsas hissələrin gərgin vəziyyətdəki halıyla üst-üstə düşən çatlar üçün yükləmə əməliyyatı səviyyəsində yerinə yetirilmişdir. Qırılma müqavimətini hesablamaq üçün İrvin tərəfində yaradılan güc çatışmazlığı meyarı müəyyən edilmişdir. Çatlaq boyu gərginliyin maksimum intensivlik faktorunun hesablanması ANSYS proqram paketindəki sonlu element metodundan istifadə ilə aparılmışdır.Çatlaqların müqavimət analizinin nəticələri kritik çatlaq dərinliyinin, onun yarım uzunluğunun dərinliyinə nisbətindən asılılıq şəklində təqdim olunur. Alınan məlumatlar baxılan şassiyə əsaslanan tırtıllı nəqliyyat vasitələrinin fırlanma valının bundan sonrakı istismar müddətinin müəyyən edilməsi üçün istifadə edilə bilər.
Açar sözlər: asma sistemi, fırlanma valının çatlaq müqaviməti, kənar çat, gərginliyin intensivlik əmsalı , sonlu elementlər üsulu, İrvinin qırılma meyarı.

Giriş: Yüksək sürətli tırtıllı maşınların hərəkət hissəsinin elementləri tsiklik və zərbə yüklənməsi şəraitində işləyir. Eyni zamanda fırlanma vallarının (FV) köhnəlmiş çatlaqları FV asqılarının elastik elementi kimi istifadə edildiyi maşınlarda dayandırılma sistemlərinin sıradan çıxmasının ümumi səbəbidir. FV-nın çox yüklənməsi onları müxtəlif növ səthi mikroqüsurlara qarşı çox həssas edir, bu da köhnəlmə hadisələrinin sürətlənməsinə və çatların əmələ gəlməsinə səbəb olur. Elastik elementin məhv olması səbəbindən asqıların dayanması, maşının hərəkətliliyinə və dolayısı ilə, xüsusi təyinatlı tırtıllı nəqliyyat vasitələri üçün xüsusilə vacib olan təyin olunmuş vəzifələrin yerinə yetirilməsinin effektivliyinə birbaşa təsir edir.
Hal hazırda maşınqayırma sənayesində məhsulların dizayn mərhələsində xətti qırılma mexanikası (XQM) üsullarından istifadə olunur ki, bu da kritik hissələrin çatlaq kimi qüsurları olduqda onların performansını və istismar müddətini qiymətləndirməyə imkan verir. XQM çərçivəsində çatlaq cəbhəsinin ətrafındakı gərginliklər asimptotik düsturlar (1) istifadə edilərək qütb koordinat sistemində təsvir olunur.

$$\sigma_{ij} = \frac{K_i}{\sqrt{2\pi r}} f_i(\theta) \qquad (1)$$

$K_İ$ birinci çatlarda K_I, K_{II} və K_{III}-ə bərabər olan gərginliyin intensivlik əmsalıdır,müvafiq olaraq ikinci və üçüncü növlərə də aiddir; r – radial koordinat; f_i- (θ) tipli çatın triqonometrik künc koordinatı funksiyasıdır.



Şəkil 1. Torsion valın slindrik hissədən qırılması.

İrvinin qırılmanın güc meyarına görə, tam fasilədən (qəzadan) əvvəl çatın qeyri-sabit artımı çatlaq cəbhəsi boyu SİF (KİN) maksimum həddə çatanda başlayır.Birinci tip çatlamaya uyğun olaraq bu meyar K_{Ic} -1-ci tip çatlaq növü üçün qırıq dayanıqlığı təxminən

$$K_I < K_{Ic} ,$$

görünüşünə sahib olur.

Beləliklə, FV –nın çat möhkəmliyinin qiymətləndirilməsində əsas vəzifə, yükləmə şəraitindən, şaft və çatlaq ölçülərindən və qüsurun istiqamətlənməsindən asılı olan bərpa faktorunun dəyərini təyin etməkdir. İoffe trayektoriyasına uyğun olaraq əsas çatlaq trayektoriyası maksimum dartınmada əsas gərginliklərin hərəkət müstəvisi istiqamətində inkişaf edir, yəni çatlaq böyüyən zaman onun kənarlarını təşkil edən hissələrdə dəyişiklik olmadan özünü istiqamətləndirməyə meyl edir. Yüksək sürətli tırtıllı nəqliyyat vasitələrinin istismar təcrübəsi fırlanma valının parçalanmasının çatın səthdə öz oxuna bucaq altında yerləşən bir küncdən yayılması nəticəsində yarandığını göstərir (Şəkil 1.).

Bu fakt çatların əsas hissələrinin gərginlik vəziyyətinə uyğun gəldiyi, kəsilmə gərginliklərinin olmadığı və valın əyilmə və fırlanma anları ilə yüklənmiş valın oxuna nisbətən meylli olduğu səthlərdə yarandığını göstərir.

Bu sahədəki işlərin və tədqiqatların təhlili məsələnin çatlağın eninə yerləşdiyi vallar və oxlar yolu olunduğunu, sırf əyilmənin olduğu vallar üçün daha çox uyğun olduğunu, ümumiyyətlə yüklənmənin üstün növünün fırlanma, əsas platformalarının valın oxuna bucaqdan vala 45 ° bucaq nisbətində yönəldiyi gərginlik vəziyyətinin sırf əyilmə olduğu vallar üçün daha uyğundur.

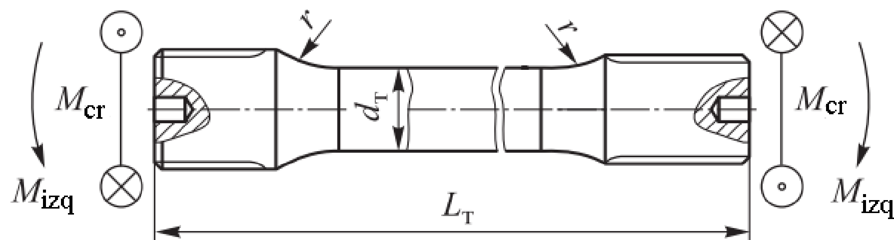
İşin məqsədi: Valın fırlanma oxuna bucaq altında yerləşdiyi və əsas sahələrin mövqeyi ilə üst-üstə düşən fırlanma valının silindrik hissəsində yerləşən çatlaqın kritik ölçülərini müəyyənləşdirməkdir. Tədqiqatın praktik dəyəri tırtıllı şassi seriyasının fırlanma valı sisteminin çatlaq müqavimətini real yüklər altında qiymətləndirərək, çatlamanın uzunluğundan asılı olaraq

kritik dərinlik qrafikinin qurulmasından ibarətdir. Əldə edilən məlumatlar fırlanma vallarının layihə mərhələsində qırılma möhkəmliyini qiymətləndirmək, həmçinin istismarda olan maşınların qalan istismar müddətini təyin etmək üçün istifadə edilə bilər.

Tədqiqat obyekti: Tırtıllı nəqliyyat vasitələrinin fırlanma valları yüksək dözümlülük xüsusiyyətlərinə malik 45HN2MFA xəlitəli poladdan hazırlanır. Fırlanma vallarının tipik dizaynı və yüklənmə diaqramı Şəkil. 2 – də göstərilib. Fırlanma vallarının L_t uzunluğu müasir dayandırılma sistemlərində tırtıllı maşınların korpusunun eni ilə müqayisə edilir. Valın uclarında müxtəlif uzunluqda və diametrdə olan üçbucaq formalı iki yivli başlıq var. Yivli başlıqdan silindrik səthə qədər

$$r = (1...2)\, d_T,$$

d_T –nin fırlanma valının diametri olduğu qaltel radiusu ilə keçid edilir. FV-lar bir qayda olaraq yalnız fırlanma üçün nəzərdə tutulur, onlar isə əslində M_{cr}-ın fırlanma anının təsirindən (asmanın qol tərəfində üstünlük təşkil edən qüvvə faktoru kimi), dayaqlardakı uyğunsuzluq və korpusun deformasiyasından yaranan M_{izq}-in əyilməsindən irəli gələn yüngül və səthi gərginlik vəziyyətində olur. Əməliyyat təcrübəsi göstərir ki, işlənmə çatlaqları ən yüksək gərginlik konsentrasiyası olan yerlərdə qaltel və yiv çuxurunda meydana gəlir.

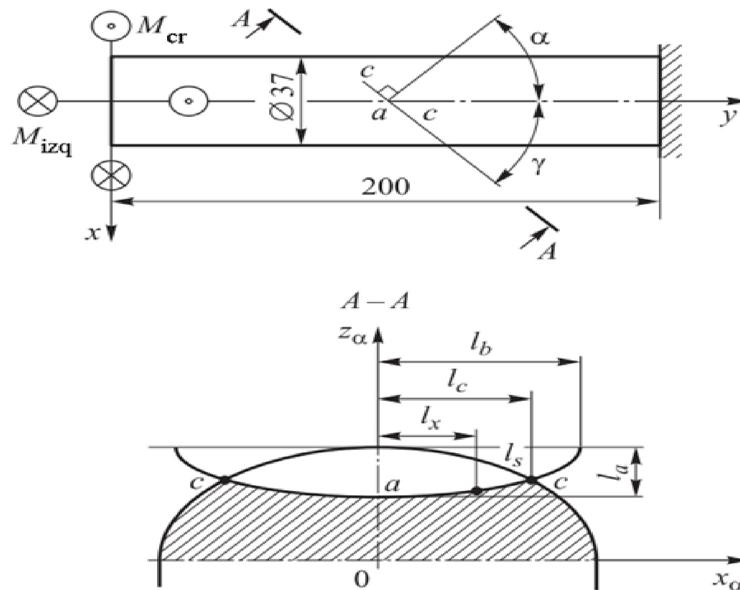


Şəkil 2. Torsion valın tipik konstruksiyası və yüklənmə diaqramı.

Ancaq, texoloji iş, daşınma və düzgün olmayan saxlanma şərtlərində valın işləyən hissəsinin xarici təbəqələrində mexaniki zədələnmə ehtimalı yüksəkdir, bu da onun silindirik hissə boyu sıradan çıxmasına səbəb olur (bax şəkil 1). FV –nın silindrik hissə boyu sıradan çıxma xüsusiyyətinin təhlili çatlaqların 45 ... 55^0 aralığında val oxuna bucaq altında yerləşən müstəvidə yayılmasını göstərir. Tədqiqat obyekti d_T = 37 mm diametrli fırlanma valında çox işlənmədən yaranan yorğunluq çatlarıdır. Bu vallar ön mühərrik bölməsi və on iki müstəqil asqı ilə 14 t ağırlığında tırtıllı nəqliyyat vasitələri seriyasının fərdi asma sisteminin bir hissəsidir. Yorğunluq çatlarının analizinin çatlaq kənarlarının düz səthə yaxın olduğunu göstərir. Qırılma anındakı maksimum yorğunluq çatı dərinliyi 5,6 mm-dən çox deyil.

Tədqiqatın aparılması metodikası: Yağ bərpa faktorunun təhlili ANSYS proqram paketindəki sonlu element metodundan istifadə edilərək həyata keçirilir. Hesablama sxemi 37 mm diametrli və 200 mm uzunluğundakı , konsollu fırlanma və əyilmə anları ilə yüklənmiş silindrik oxa uyğun gəldi (şəkil 3). FV-nın çatlaqlı sonlu element modelini yaratmaq üçün SOLID 187 10 qovşaqlı çoxüzlü sonluq elementi, çatlaq cəbhəsi boyu xüsusiyyətlərini təsvir etmək üçün isə SOLID 186 15 qovşaqlı xüsusi sinqulyar (tək,təklik) prizmatik sonlu elementlər istifadə edilir.

Qüsur modeli, L_b / l_a = 1.0 ... 5.0 nisbətindən asılı olaraq, normal halda silindrin oxu ilə α bucaq yaradan bir müstəvidə yerləşən kənar yarımdairəvi və ya yarı eliptik çatla uyğun gəlir.
Modelləşdirmə α = 35^0 (γ = 55^0) və α= 45^0 (γ =45^0) bucaq vəziyyətində çatlağın kənarlarını yaradan sonlu element şəbəkəsinin yenidən qurulması ilə gerçəkləşdirilir. Hər model üçün elementlərin sayı l_b / l_a nisbətindən asılı olaraq dəyişir. Məsələn, l_b / l_a = 1.0 nisbətində bir çatlaq üçün qovşaq və elementlərin sayı müvafiq olaraq, 132 771 və 88 003 l_b / l_a = 5,0 - 107 801 və 71 998 şəklində bərabərləşir. şəkil 4-də çat bölgəsində sonlu element şəbəkəsi təqdim olunub. Şəkil 5-də yağ bərpa əmsalının (KİN) α=35^0 və l_b = 4,9 mm-də yarım dairəvi çat boyu paylanması verilir. ANSYS-də ən dərin nöqtə üçün əldə edilən yağ bərpa əmsalı (KİN) 1 939 MPa $mm^{1/2,}$ yuxarı səthə çıxan nöqtədə MPa $mm^{1/2,}$ onları qəbul edilmiş vahidlərə çevirəndə 61.3 və 81.8 MPa ·$m^{1/2}$ -yə uyğun gəlir.



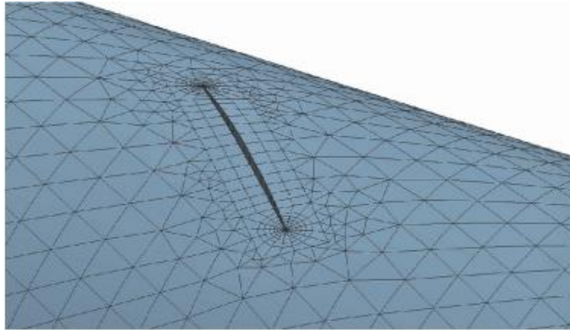
Şəkil 3. Valın slindrik hissəsinin yüklənmə sxemi.

Hər l_b / l_a nisbəti üçün kritik çatlaq dərinliyinin təyin edilməsi, təkrarlanan metodla həyata keçirilir, belə ki, İrvin kriteriyasına əsasən çatlaq cəbhəsi boyunca yağ bərpa faktorub K_{Ic} ±0,5 τ%-li xəta ehtimalı ilə, sınıq möhkəmliyinə çatanda dərinlik kritik hala gəlir. Yüklənmə şərtləri normalın çatlaq müstəvisinə bucağının, birinci əsas gərginliyə meylliliyi ilə üst-üstə düşməsinə uyğun olaraq təyin edilir (bax.şəkil 3).
FV –nın işləyən hissəsinin yuxarı təbəqələri səthi gərginlik vəziyyətindədir. Birinci əsas gərginliyin dəyəri və istiqaməti aşağıdakı düsturlarla müəyyən edilə bilər :

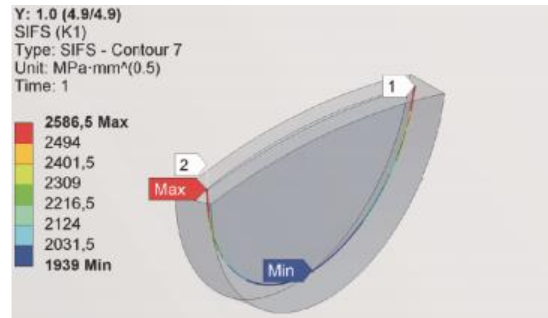
$$\sigma_1 = \frac{1}{2}(\sigma_2 + \sqrt{\sigma_z^2 + 4\tau_{xz}^2}) , \quad (2)$$

$$\beta = \frac{1}{2} arctg \frac{2\pi_{xz}}{\sigma_z}$$

σ_z — normal gərginlik; τ_{xz} — kəsilmə gərginliyi.

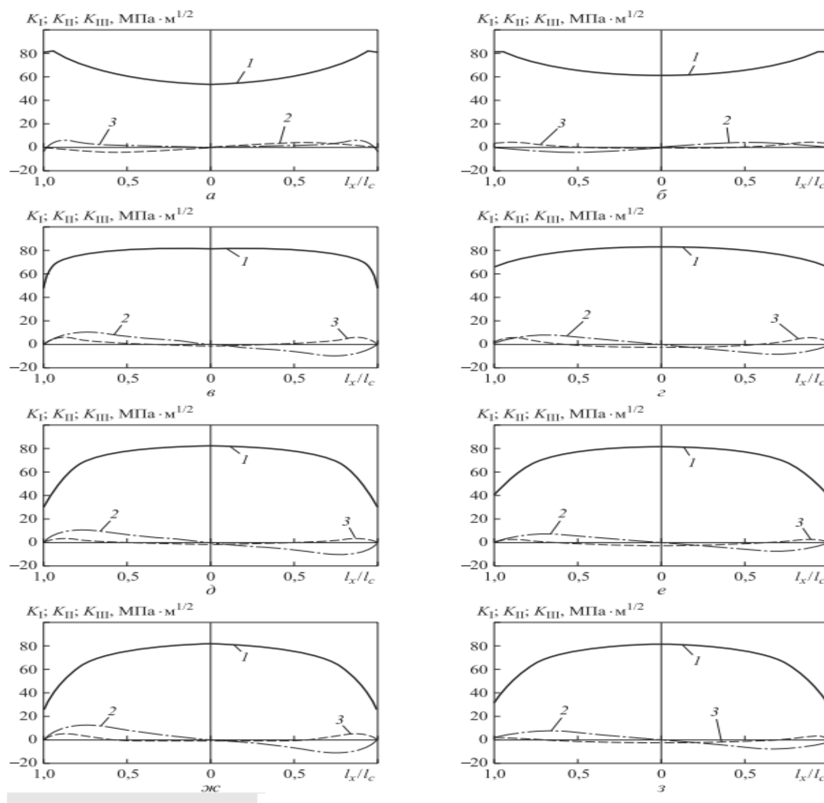


Şəkil 4. Sonlu element şəbəkəsi (çatlaq)



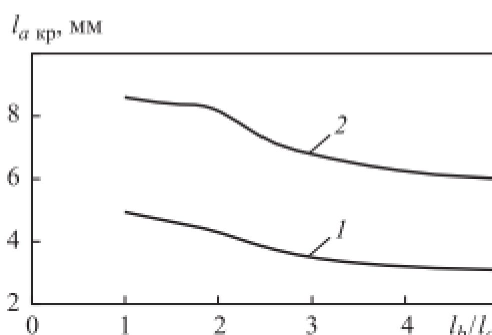
Şəkil 5. yağ bərpa əmsalının paylanması

α-bucaqlı çat üçün hesablama yalnız M_{cr} = = 6,1 кN·m firlanma anının təsiri ilə aparılır ki, bu da tədqiq edilmiş anından aparıldı. Hansi ki, tətbiq edilən bərpa sistemi üçün fırlanma vallarının istismar səviyyəsinə uyğundur.



Şəkil 6. Çatlaq cəbhəsinin K_I (1), K_{II} (2) и K_{III} (3) paylanması α = 45° (sol) 35° (sağ)
а — l_b/l_a = 1,0; l_a = 8,6 mm; б — l_b/l_a = 1,0; l_a = 4,9 mm; в — l_b/l_a = 2,0; l_a = 8,2 mm; г — l_b/l_a = 2,0; l_a = 4,3 mm; д — l_b/l_a = 3,0; la = 6,8 mm; e — l_b/l_a = 3,0; l_a = 3,5 mm; ж — l_b/l_a = 4,0; l_a = 6,2 мм; з — l_b/l_a = 4,0; l_a = 3,2 мм

Bu zaman σxz toxunma (kəsilmə) gərilməsinin maksimum qiyməti köndələn kəsikdə (bölmədə) 613 MPa təşkil edir. (2) ifadəsinə əsasən σ_1 əsas dartma gərilməsi σ_{xz} toxunma qüvvəsinə bərabərdir, onların hərəkət istiqaməti isə silindr oxuna β = 45° bucaq altında yönəlmişdir, hansi ki, normal çatın səthinə (yastılığına) əyilmə bucağına uygundur. α= 35° -də hesablama Mfr = 6,1 кN·м fırlanma və Məy. = 2,2 кN·м əymə anlarında birgə hərəkət zamanı aparıldı. Bu halda, valın kəsik hissəsində əyilmədən maksimum qiyməti 442 Mpa bərabər olan əlavə normal gərilmələr yaranır.



Şəkil 7. Kritik dərinlik asılılığı.

Valın səthində əsas dartma gərilmələrinin qiyməti və əyilmə bucağı müvafiq olaraq σ_1 = 873 MPa və α= 35°-dir. Qeyd etmək lazımdır ki, çatın səthində yerləşən ixtiyari nöqtə üçün τ_{xz}/σ_z nisbəti sabitdir, buna görə də $\beta=35^0$ bucağı olacaq. Müxtəlif uzunluqlu çatlar üçün gərilmə intensivliyinin əmsal hesablamalarının nəticələrinə aydınlıq gətirmək məqsədilə ön sıra nöqtələrinin normallaşdırılmış koordinatları istifadə edilmişdir. Bu koordinatlar

$$\xi= l_x/l_c$$

əsasında hesablanmışdır, l_x-səth çatın cari koordinatı, l_c-səthə çıxan çatın "c" nöqtəsinin koordinatıdır (bax. Şəkil 3).

Tədqiqin nəticələri: Şəkil 6-da $\alpha=45^0$ və 35^0 bucaq altında yerləşən düz kənarlı yarımdairəvi və yarımeliptik çatlar üçün gərilmə intensivliyi əmsalının hesablama nəticələri gösərilmişdir. Çatların səthi boyunca $\alpha=45^0$ yerdəyişmədə və ($\alpha=35^0$) səthi gərilmə şərtlərində gərilmə intensivliyinin əmsalının təqdim olunan hesablama nəticələrinin təhlili göstərdi ki, çatın səthi ilə birinci əsas gərilmənin təsir səthi dəqiqliklə üst-üstə düşdükdə çatlama yalnız birinci tipə görə baş verir, K_I ilə müqayisədə ikinci K_{II} və üçüncü K_{III} tip gərilmə intensivliyi əmsalının qiymətinin cüzi olduğunu göstərir.
Bundan başqa, gərilmə intensivliyi əmsalının çatın səth boyunca paylanması da $\alpha=45^0$ və α=350 bucaqları üçün oxşar bir xarakter daşıyır. Valın səthinə çatan çat sırasının "c" nöqtəsi üçün KI –in ən böyük qiyməti çat sırası yarımdairəvi olduqda alınır (lb/la = 1,0). Çatın uzunluğunda l_b/l_a > 2,0 nisbətindən başlayan artım çatın kənarları boyunca gərilmə intensivliyi əmsalının qiymətinin azalması ilə sıranın ən dərin nöqtəsində maksimum gərilmə əmsalına keçməsinə səbəb olur. Çat sırası boyunca çatlama xarakterinin müəyyənləşdirilməsi 45XH2MΦA K_{Ic} = 81,7 ·$M_{Па}$ м materialının qırılması zamanı adi (normal) çatın yarılmasında Irvinin güc meyarından (1) istifadə edərək çatadavamlılığı təhlil etməyə imkan verdi. Şəkil 7-dən göründüyü kimi, sadələşmiş səthi gərilmə halında $\alpha=35^0$ olduqda artan çat uzunluğu ilə kritik

dərinlik l_a = 3,1 мм olur. Təmiz sürüşmə şərtində α=450 və l_b l_a / ⩾5,0 olduqda çatda kritik dərinlik tədqiq olunan vallarda əldə edilən nəticəyə yaxın (5,6 mm) 6mm-dir, (bax. Şəkil 1). Qrafik təsvirə əlavə olaraq, yarım uzunluğun dərinliyə nisbətinin müxtəlif qiymətləri üçün alınan kritik çatlaqların həndəsi parametrləri cədvəldə verilmişdir.

Nəticələr: 1. Burulma vallarının silindrik hissəsindəki yorğunluqdan əmələ gələn çatları normal ayrılmış çatlar kimi qəbul edilə bilər. Kənar yarımdairəvi və ya yarım ellips çat müstəvisi ilkin əsas gərilmə təsir müsəvisi ilə üst-üstə düşdükdə I tip çatlama baş verir (normal kəsik çatı). Çatlama sırası boyu ikinci K_{II} və üçüncü K_{III} tip gərilmə intensivliyi əmsalının qiymətini K_I ilə müqayisədə cüzidir.

2. Çatlamalarda istismar səviyyəsinin yüklənməsi zamanı uzunluğun yarısının dərinliyə olan nisbəti l_b/l_a = 1,0…5,0 ilə onların dərinlikləri burulma vallarında 8,6 və 6,0 mm arasında dəyişir. Sadələşdirilmiş səthi gərilmə halında yarımdairəvi çatlama 4,9 mm, yarım ellips formasında göstərilən l_b/l_a nisbətində l_a = 3,1 мм dərinlikdə çatlama baş verir.

3. Burulma vallarının oxuna nisbətən əyilmiş olan düz kənar yarım ellips catlamanın kritik dərinliyi dərinlik artdıqca azalır. Üstəlik, uzunluğun dərinlikdən on qat artıqlığından başlayaraq bu təsir dayanır. Yarımdairəvi çatlara bənzər zədələr az təhlükəlidirlər.

ƏDƏBİYYAT

1. Партон В.З., Морозов Е.М. Механика упругопластического разрушения. Основы механики разрушения. Москва, Изд-во ЛКИ, 2008. 352 с.
2. Тихомиров В.М., Суровин П.Г. Развитие усталостных трещин смешанного типа в образцах из стали. Прикладная механика и техническая физика, 2004, т. 45, № 1, с. 135–142.
3. Fonte M., Gomes E., Freitas M. Stress Intensity Factors for Femi-Elliptical Surface Cracks in Round Bars Subjected to Mode I (Bending) and Mode III (Torsion) Loading. European Structural Integrity Society: Multiaxial Fatigue and Fracture, 1999, vol. 25, pp. 249–260.
4. Lissenden C.J., Tissot S.P., Trethewey M.W., Maynard M.P. Torsion response of a cracked stainless steel shaft. Fatigue and Fracture of Engineering Materials and Structures, 2007, vol. 30, no. 8, pp. 734–747.
5. Ismail A.E., Ariffin A.K., Abdullah S., Ghazali M.J. Stress intensity factors under combined tension and torsion loadings. Indian Journal of Engineering and Materials Sciences, 2012, vol. 19, no. 1, pp. 5–16.
6. Ismail A.E., Ariffin A.K., Abdullah S., Ghazali M.J. Stress intensity factors for surface cracks in round bar under single and combined loadings. Mechanics, 2012, vol. 47, no. 6, pp. 1141–1156.
7. Морозов Е.М., Муйземнек А.Ю., Шадский А.С. ANSYS в руках инженера. Механика разрушения. Москва, ЛЕНАНД, 2010. 456 с.
8. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. 543 с.
9. Дубин Д.А., Наказной О.А., Смирнов И.А., Шлеев А.Н. Экспериментальное определение кинематических и силовых параметров нагружения элементов системы подрессоривания быстроходной гусеничной машины. Труды НАМИ, 2016, № 3(266), с. 45–53.



10. Ковчик С.Е., Морозов Е.М., Панасюк В.В. Механика разрушения и прочность материалов. Т. 3. Характеристики кратковременной трещиностойкости материалов и методы их определения. Киев, Наукова думка, 1988. 436 с.

ANALYSIS OF CRACKS AT THE TORSION VALLARS CAUSED WITHOUT LOADING

Tehran Mammadli

Master, Azerbaijan Technical University, Azerbaijan. E-mail: tehran.mmmdli@mail.ru. https://orcid.org/0000-0003-4212-7416

ABSTARCT

Nowadays, the hull suspension systems that use torsion shafts as elastic suspension elements are fitted to the majority of modern tracked vehicles. The main type of failure in such systems is the fracture of the torsion shafts due to the formation of fatigue cracks, which leads to failure of the suspension assemblies. This work presents an analysis of fracture toughness of torsion shafts of a standard tracked chassis used to develop a family of multipurpose transport vehicles GT-TM, GT-TMS, etc. The analysis is carried out under an operating load level for a crack located on the cylindrical part of the torsion shaft, the plane of which is at an angle to the torsion shaft axis and coincides with the position of the main areas of the stress state. The calculation of fracture toughness is based on Irwin fracture criterion. The calculations of the maximum stress intensity factor along the crack front are performed using the finite element method in the ANSYS software package. The results of the analysis of fracture toughness are presented in the form of dependences of the critical depth of the crack on the ratio of the fracture half-length to its depth. The data obtained can be used to determine the residual life of torsion shafts of the tracked vehicles based on the chassis under consideration.

Keywords: suspension system, fracture toughness of torsion shafts, edge crack, stress intensity factor, finite element method, Irwin fracture criterion.

ETM

EQUIPMENT, TECHNOLOGIES, MATERIALS

VOLUME 07 ISSUE 03 2021

NEFTİN MƏHLUL-HAVA QARIŞIĞI İLƏ SIXIŞDIRILMASINA İNJEKSİYA ƏMSALININ TƏSİRİ

[1]Əliyev Elşən, [2]Qasımlı Azər, [3]Bağırov Ayaz

[1]Ümumi işlər üzrə direktor müavini, "Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya" Elmi Tədqiqat İnstitutu, texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent, Azərbaycan.

E-mail: elsan67@mail.ru

[2]Baş elmi işçi, "Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya" Elmi Tədqiqat İnstitutu, texnika üzrə elmlər doktoru, Azərbaycan.

[3]Rəis, "Siyəzənneft" NQÇİ, Azərbaycan.

XÜLASƏ

Məqalədə neftin məsaməli mühitdən məhlul-hava qarışığı vasitəsilə sıxışdırılması zamanı neftçıxartma əmsalının injeksiya əmsalından asılılığı tədqiq edilmişdir. Aparılmış eksperimentlər əsasında müəyyən edilmişdir ki, sulaşnış laydan qalıq neftin əsas hissəsini injeksiya əmsalının 0,6 qiymətində almaq mümkündür.
Açar sözlər: injeksiya əmsalı, hava-məhlul qarışığı, lay suyu, hava-su qarışığı, neftədoyumluluq.

Son zamanlar laylardan qalıq neftin mənimsənilməsi məqsədilə su-qaz qarışığından istifadə olunmasına geniş yer verilməsinə başlanmışdır [1.2.3,4]. Lakin, laylara su-qaz qarışığının tətbiqi yataqda neftlə birlikdə qaz hasilatının da olmasını zəruri edir. Bu isə Azərbaycanın köhnə yataqlarında çətinlik yaradır. Odur ki, laylara vurulan su-qaz qarışığından fərqli olaraq, qazın yerinə hava və suyun yerinə isə lay suyunda çökəntüsüz həll olan yeni reagent məhlulundan istifadə edilməsi, aparılan prosesin həm ucuz və həm də effektli olmasına zəmanət verir.

Məhlul-hava qarışığının laya vurulması zamanı məhlulun lay nefti ilə təmasında səthi gərilmənin qiymətinin aşağı düşməsilə, kapilyar qüvvələrin də təsirinin azalmasına səbəb olacaqdır. Digər tərəfdən, məhlul süxur səthini suya nisbətən daha yaxşı islatdığından, neftin süxur səthinə hopmuş ağır komponentlərini yuyaraq, sıxışdırılmasını təmin edəcəkdir. Hava isə islanmayan faza olmaqla layın kiçik keçiricilikli məsamələrinə daxıl olaraq, oradan neftin sıxışdırılmasına kömək edəcəkdir. Beləliklə, layın təsirlə əhatəsi artacaq ki, bu da layın neftveriminin yüksəlməsini təmin edəcəkdir.

Qeyd etmək lazımdır ki. işləniləcək texnologiyanın tətbiqi nəzərdə tutulmuş sahə neftvermə əmsalı 0,35 olan Siyəzən neft yatağının II sahəsidir. Sınaq sahəsində əvvəllər 13 hasiledici quyunun işlənmədə olmasına baxmayaraq, hazırda işlənmədə 1 vurucu və 4 hasiledici quyu fəaliyyətdədir.

İşdə [5] neftin laydan müxtəlif işçi agentlərlə (hava, lay suyu, su-hava qarışığı) sıxışdırılmasına aid aparılmış eksperimental tədqiqatların nəticələri verilmişdir. Tədqiqatların aparılması zamanı neftin lay suyu, hava və su-hava qarışığı vasitəsilə sıxışdırılması tədqiq edilərkən layın yeni işə düşdüyü vaxt qəbul olunmuşdur. Lakin, eksperimental tədqiqatların



real lay şəraitinə uyğun aparılması nəzərdə tutulmuşdursa, onda layın sulaşdırma üsulu tətbiq edildikdən sonrakı vəziyyətindəki qalıq neftin kompozisiya (məhlul-hava qarışığı) vasitəsilə sıxışdırılması tədqiq edilməlıdır. Bunu nəzərə alaraq, tədqiqatların aparılması zamanı, neft məsaməli mühitdən əvvəlcə lay suyu vasitəsilə sıxışdırılmış, sonradan isə qalıq nefti sıxışdırmaq məqsədilə kompozisiyadan istifadə edilmişdir.

Məqalədə qeyd olunan eksperimental tədqiqatlar laya vurulacaq məhlul-hava qarışığının injeksiya əmsalının optimal qiymətini dəqiqləşdirmək məqsədi güdür.

Eksperimentlərə başlarkən lay modeli kvars qumu ilə doldurulmuş, məsaməli həcmi, məsaməliyi hesablanmış, lay suyu ilə doydurulduqdan sonra, suya görə keçiriciliyi təyin edilmişdir (0,43 mkm^2). Modeldəki lay suyu neftlə sıxışdırılandan sonra məsaməli mühitin neftlədoyumluluğunun 81%, qalıq suyun isə 19% olduğu müəyyən edilmişdir. Gələcək eksperimentlərdə bu göstəricilərin yaxın olmasına çalışmışıq.

İlk eksperimentə neftin lay modelindən 250 S temperaturda və 0.05 MPa təzyiq düşgüsündə lay suyu vasitəsilə sıxışdırılması ilə başlanmışdır. Lay modelinə məsamələr həcminin üç mislinə yaxın su vurulduqdan sonra, neftin süzülməsi dayandığından, eksperiment saxlanmış və qalıq nefti sıxışdırmaq məqsədilə modelə məhlul-hava qarışığı (kompozisiya) vurulmuşdur. Məhlul qismində kerosin-qələvili tullantinin (KQT) lay suyunda 5%-li məhlulu qəbul edilmişdir. Qarışıqda havanın həcmi vurulan məhlulun həcminin 20%-ni təşkil etmişdir. Yəni, lay modelinə vurulan 908,9 sm^3 kompozisiyanın 727,1 sm^3-i məhlul, 181,8 sm^3-i isə havadan ibarət olmuşdur.

Tədqiqatın nəticələrindən görünür ki, nefti məsaməli mühitdən lay suyu vasitəsilə sıxışdırdıqda, neftsıxışdırma əmsalı 0,49 təşkil etmişdir. Neftsıxışdırma əmsalının susuz dövrdəki qiyməti 0,2-yə bərabər olmuşdur. Lay modelindən qalıq nefti sıxışdırmaq məqsədilə 4,83 məsamələr həcmi kompozisiya vurulması nəticəsində 0,203 vahid hissə neft çıxarılaraq, son neftsıxışdırma əmsalı 0,69-a çatdırılmışdır.

Е.И.Лискевич, Островский Ю.М. [6] uzunluğu 48-52sm, diametri 3sm, keçiriciliyi 0,003-0,035 mkm2, məsaməliyi 11-13% olan xətti lay modellərində neftin qaz, su və su-qaz qarışığı ilə sıxışdırılmasına aid eksperimentlər aparmışlar. Neftsıxışdırma əmsalının qarışıqda suyun və qazın miqdarından asılılığı təyin edilərkən aşağıdakı düsturdan istifadə olunmuşdur:

$$R = \frac{q_{su}}{q_{su} + q_{qaz}}$$

burada R- sıxışdıran agentin tərkibində suyun miqdarı, vahid həcmdə;

q_{su} və q_{qaz} – uyğun olaraq, eksperiment şəraitində vurulan suyun və qazın həcmi sərfi.

Bitkov yatağının menilit məhsuldar qatına uyğun şəraitdə aparılmış tədqiqatın nəticəsinə əsasən müəyyən edilmişdir ki, neftsıxışdırma əmsalının ən yüksək göstəricisi su-qaz qarışığının injeksiya əmsalı 0,73-0,75 olmaqla, məsamələr həcminin iki misli qarışığın vurulması nəticəsində almaq olar. Qeyd edilir ki, injeksiya əmsalının 0,25 > R > 0,75 qiymətlərində neftsıxışdırma əmsalı azalmağa başlayır

Biz də apardığımız eksperimentlərdə su-hava qarışığında olan havanın injeksiya əmsalını bu düsturdan istifadə etməklə təyin etmişik:

$$R = \frac{V_h}{V_h + V_m}$$

burada
R - injeksiya əmsalı,
Vm – vurulan məhlulun həcmi, sm3,
Vh – vurulan havanın həcmi, sm3.

onda $R = \frac{181{,}8}{181{,}8 + 727{,}1} = 0{,}2$ alınır.

Göründüyü kimi, injeksiya əmsalının 0,2 qiymətində lay modelinin son neftsıxışdırma əmsalı 0,69-a bərabər olmuşdur.
İkinci eksperimentdə də nefti məsaməli mühitdən lay suyu vasitəsilə sıxışdırdıqdan sonra qalıq nefti sıxışdırmaqdan ötrü lay modelinə kompozisiya vurulmuşdur. Tədqiqatdan alınmış nəticələr göstərir ki, neftin lay suyu vasitəsilə sıxışdırılması zamanı modelə 2,83 məsamələr həcmi su vurulmasına baxmayaraq, neftsıxışdırma əmsalı 0,49-dan yüksək alınmır. Sonradan vurulan daha 4,87 məsamələr həcmində kompozisiya qalıq neftin 0,223 vahid hissəsini sıxışdıraraq, son neftsıxışdırma əmsalını 0,71-ə çatdırır.
Bu eksperimentdə vurulan qarışıqda havanın həcmi kompozisiyanın həcminin 40%-ni təşkil etmişdir. Başqa sözlə, əgər lay modelinə 898,9 sm3 kompozisiya vurulmuşdursa, onun 539,3 sm3-ni məhlul, 359,6 sm3-ni isə hava təşkil etmişdir.
Belə olduqda injeksiya əmsalı bərabər olmuşdur:

$$R = \frac{359{,}6}{359{,}6 + 539{,}3} = 0{,}4.$$

Deməli, qalıq neftin məhlul-hava qarışığı ilə sıxışdırılması zamanı injeksiya əmsalının 0,4 qiymətində son neftvermə əmsalı 0,71 təşkil etmişdir.
Üçüncü eksperimentdə nefti məsaməli mühitdən lay suyu vasitəsilə sıxışdırdıqdan sonra qalıq nefti sıxışdırmaq məqsədilə lay modelinə vurulan 889,89 sm3 həcmində kompozisiyanın 60%-i hava (yəni 533,9 sm3) və 40%-i (yəni 355,9 sm3) məhluldan ibarət olmuşdur.
Tədqiqatın nəticələri nefti lay suyu vasitəsilə sıxışdırdıqda neftsıxışdırma əmsalının 0,492 vahid hissə təşkil etdiyini göstərmişdir. Qalıq neftin çıxarılması məqsədilə lay modelinə vurulan kompozisiya isə neftsıxışdırma əmsalını 0,75-ə qaldırmışdır. Bu tədqiqatda injeksiya əmsalı bərabər olmuşdur:

$$R = \frac{533{,}9}{533{,}9 + 355{,}9} = 0{,}60$$

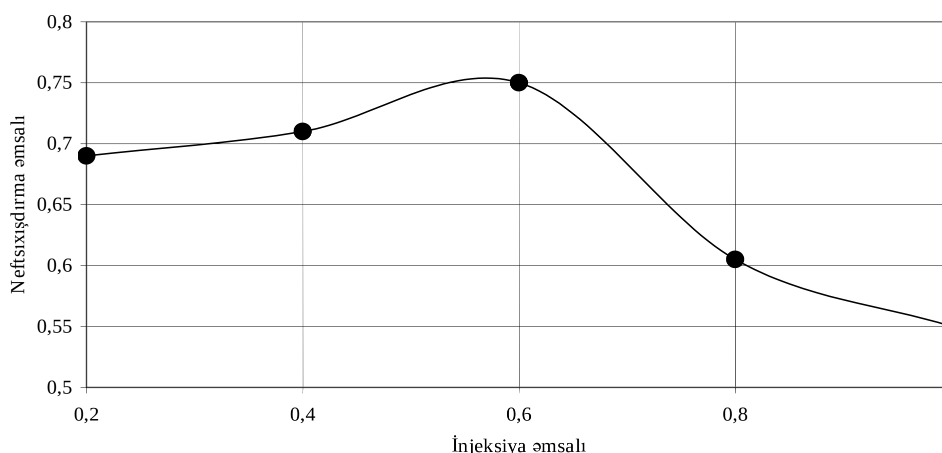
Belə nəticəyə gəlmək olar ki, injeksiya əmsalı 0,6 olan kompozisiya qalıq neftin yarısına qədərini sıxışdıra bilmişdir.



Aparılmış dördüncü eksperimentin əvvəlkilərdən fərqi ondadır ki, bu eksperimentdə nefti lay suyu vasitəsilə sıxışdırdıqdan sonra qalıq nefti sıxışdırmaqdan ötrü lay modelinə vurulan kompozisiyada havanın həcmi vurulan kompozisiya həcminin 80%-ni təşkil etmişdir.
Tədqiqatın nəticələri lay modelinə 2,74 məsamələr həcmi lay suyunun vurulması nəticəsində layda olan neftin yalnız 0,498 vahid hissəsini sıxışdırmaq mümkün olduğunu göstərmişdir. Sonradan vurulan 4,7 məsamələr həcmi kompozisiya isə qalıq neftin 0,107 vahid hissəsini sıxışdıraraq, neftsıxışdırma əmsalını 0,605-ə qaldıra bilmişdir. Bu qiymət isə aparılmış eksperimental tədqiqatların nəticələri içərisində neftsıxışdırma əmsalının ən kişik qiymətidir. Bu eksperimentdə injeksiya əmsalı

$$R = \frac{696,7}{696,7 + 174,2} = 0,8$$ - ə bərabər olmuşdur.

Aparılmış eksperimental tədqiqatların nəticələrinin təhlili göstərir ki, layın sulaşdırılmasından sonra qalıq neftin şıxarılması məqsədilə vurulan kompozisiyada məhlulun və havanın həcmləri nisbətinin neftsıxışdırma əmsalına təsiri vardır.
Eksperimental tədqiqatların nəticələrindən görünür ki, su basqısı üsulunun tətbiqindən sonra layda qalmış qalıq neftin məhlul-hava vasitəsilə çıxarılması zamanı neftsıxışdırma əmsalının ən yüksək göstəricisi (0,75) injeksiya əmsalının 0,6 qiymətində alınır. Belə ki, injeksiya əmsalının digər qiymətlərində (0,8, 0,4 və 0,2) neftsıxışdırma əmsalı, müvafiq olaraq, 0,69; 0,71 və 0,60 təşkil edir.
Bu göstəricilərdən istifadə etməklə, neftsıxışdırma əmsalının injeksiya əmsalından asılılığı əyrisi qurularaq, şəkildə nümayış etdirilir. Şəkildən görünür ki, nefti sulaşmış laydan 0,6 injeksiya əmsalına malik məhlul-hava qarışığı ilə sıxışdırdıqda neftsıxışdırma əmsalı 0,75-ə yüksəlir.



Şəkil 1. İnjeksiya əmsalının neftsıxışdırma əmsalına təsiri.

Deməli, tədqiqatlardan alınmış nəticələrə əsasən demək olar ki, sahə üzrə keçiriciliyi dəyişən, sulaşmış laylardan qalıq neftin çıxarılması məqsədilə injeksiya əmsalı 0,6 olan məhlul-hava qarışığından (60% hava - 40% məhlul)

istifadə etməklə, əmələ gələn aerizasiya nəticəsində qalıq neftin 50%-ni sıxışdırmaq mümkün olacaqdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Иваншин В.С., Карноушевская Ж.И., Лискевич Е.И. Об эффективности создания газоводяной репрессии на Битковском месторождении. Нефтяное Хозяйство, N 2, 1975, с. 35-38.
2. Мамлев Р.Ш., Прокошев Н.А.Опыт закачки водогазовой смеси для повышения нефтеотдачи пластов, Нефтяное Хозяйство, N 3, 1979, с.32-34
3. Вафин Р.В., Зоринов М.С., Тазиев М.М. и др. Водогазовое воздействие – перспективный метод увеличения нефтеотдачи месторождений с карбонатными коллекторами, «Нефтепромысловое дело», N 1, 2005, с. 38-42.
4. Пияков Г.Н., Кнышенко А.Г., Кудашев Р.И., Юдин В.И. Исследования эффективности водогазового воздействия для разработки девонских залежей Туймазинского месторождения. Сб. научных трудов Башк. НИИ по переработке нефти, 1986, N 74, с.105-109.
5. Qasımlı A.M., Bağırov A.C., Əliyev E.N. Uzun müddət istismarda olan layların neftveriminin artırılması. Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, № 5
6. Островский Ю.М.Эксперитментальное исследование процесса комбинированного вытеснения нефти водой и газом. Автореферат канд.дис. ВНИИнефть, 1974.

COMPRESSION OF OIL THROUGH A SOLUTION-AIR MIXTURE EFFECT OF INJECTION COEFFICIENT

[1]Aliyev Elshan, [2]Qasimli Azar, [3]Baghirov Ayaz

[1]Deputy Director for General Affairs, “Geotechnological problems of oil and gas and chemistry” Scientific research Institute, Doctor of Philosophy in Technology, Docent, Azerbaijan.

[2]Head researcher, “Geotechnological problems of oil and gas and chemistry” Scientific research Institute, Doctor of technical science, Azerbaijan.

[3]Superior, “Siyəzənneft” NQÇİ, Azerbaijan.

ABSTARCT

The article examines the dependence of the oil extraction coefficient on the injection coefficient during the compaction of oil from the porous medium in relation to the solution-air mixture. Based on the experiments, it was determined that the bulk of the residual oil from the aquifer can be obtained at a value of 0.6 injection coefficient.
Keywords: injection coefficient, air-solution mixture, lay’s water, air-water mixture, oil saturation.



RƏYÇİLƏR QRUPU

Azərbaycan

Cahid Kərimov
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Professor "Maşınqayırma və materialşünaslıq" kafedrası. Texnika üzrə elmlər doktoru.
Cəmaləddin Aslanov
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Dosent "Neft-qaz avadanlığı" kafedrası. Texnika üzrə elmlər namizədi.
Ələsgər Əliyev
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kafedra müdiri "Mexanika" kafedrası. Texnika üzrə elmlər doktoru.
Ələsgər Gülgəzli
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Professor "Mexanika" kafedrası. Texnika üzrə elmlər doktoru.
Əli Hikmət Əhmədov
Fakültə dekanı "Neft-mexanika" fakültəsi. Texnika üzrə elmlər namizədi.
İbrahim Həbibov
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kafedra müdiri "Mühəndis və kompüter qrafikası" kafedrası. Texnika üzrə elmlər doktoru.
Qasım Məmmədov
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti,
Tədris işləri üzrə prorektor. Texnika üzrə elmlər namizədi.
Məleykə Məmmədova
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Professor "Mühəndis və kompüter qrafikası" kafedrası. Texnika üzrə elmlər doktoru.
Rasim İsmayılov
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kafedra müdiri "Neft-qaz avadanlığı" kafedrası. Texnika üzrə elmlər doktoru.
Tahir Cabbarov
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kafedra müdiri "Maşınqayırma və materialşünaslıq" kafedrası.. Texnika üzrə elmlər namizədi.
Züleyxa Eyvazova
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Dosent "Neft-qaz avadanlığı" kafedrası. Texnika üzrə elmlər namizədi.

Almaniya

Xudaverdi Kərimov
Direktor "IXUN Lasertechnik Gmb". Texnika üzrə elmlər doktoru.

Türkiyə

Şevket Levent Ergün
Hacettepe Universiteti, Professor "Mədən Mühəndisliyi" Fakültəsi.
Yunus Türen
Karabük Üniversitesi, Professor. "Mühəndislik Fakültəsi" Metalurgiya və Material Mühəndisliyi, İstehsalat Metalurgiyası Şöbəsinin Müdiri.

Rusiya

İsgəndər Kuzeev
Ufa Dövlət Neft Texniki Universiteti, Professor "Kimya istehsalının maşın və cihazları" kafedrası.



GROUP OF REVIEWERS

Azerbaijan

Ali Hikmat Akhmedov
The head of the faculty "Oil-Mechanics" Candidate of Technical Sciences.
Alesgar Aliyev
Azerbaijan State Oil and Industry University, Head of Department "Mechanics". Doctor of Technical Sciences.
Alesgar Gulgazli
Azerbaijan State Oil and Industry University, Department "Mechanics" Doctor of Technical Sciences
Camaladdin Aslanov
Azerbaijan State Oil and Industry University, Department "Oil and gas equipment" PhD in Technical Sciences, Associate Professor.
Gasim Mammadov
Azerbaijan State Oil and Industry University, Vice-Rector for Academic Affairs. Candidate of Technical Sciences.
Ibrahim Habibov
Azerbaijan State Oil and Industry University, Head of Department "Engineer and Computer Graphics". Doctor of Technical Sciences.
Jahid Kerimov
Azerbaijan State Oil and Industry University, Department "Mechanical Engineering and Materials Science". Doctor of Technical Sciences.
Maleyka Mammadova
Azerbaijan State Oil and Industry University, Department "Engineer and Computer Graphics" Doctor of Technical Sciences.
Rasim Ismayilov
Azerbaijan State Oil and Industry University, Head of Department "Oil and gas equipment" Doctor of Technical Sciences.
Tahir Cabbarov
Azerbaijan State Oil and Industry University, Head of Department "Mechanical Engineering and Materials Science" PhD in Technical Sciences.
Zuleykha Eyvazova
Azerbaijan State Oil and Industry University, Associate Professor "Oil and gas equipment" Associate professor. PhD in Technical Sciences.

German

Xudaverdi Karimov
Director of "IXUN Lasertechnik Gmb", Associate professor. PhD in Technical Sciences.

Turkey

Shevket Levent Ergun
Professor, Faculty of Mining Engineering, Hacettepe University.
Yunus Turen
Karabük University, "Faculty of Engineering" Metallurgical and Materials Engineering, Head of Production Metallurgy Department.

Russia

Iskander Kuzeev
Professor, Department of "Machines and devices of chemical production", Ufa State Petroleum Technical University.

JOURNAL INDEXING









© THE BALTIC SCIENTIFIC JOURNALS

ISSN: 2663-8770, E-ISSN: 2733-2055, DOI: 10.36962/ETM UDC: 62-44

©Publisher: Azerbaijan State Oil and Industry University. İ/C 1400196861 (Azerbaijan)
Rector: Mustafa Babanli. Doctor of Technical Sciences. Professor.
Editors-in-chief: Ibrahim Habibov
Technical and reviewer team manager: Zuleykha Eyvazova.
Registered address: 20, Azadlig pr., Baku, Azerbaijan, AZ1010.
©Editorial office: 20, Azadlig pr., Baku, Azerbaijan, AZ1010.
©Typography: Azerbaijan State Oil and Industry University İ/C 1400196861 (Azerbaijan).
Registered address: 20, Azadlig pr., Baku, Azerbaijan, AZ 1010.

Publisher: International Research, Education & Training Center. MTÜ (Estonia, Tallinn), R/C 80550594
Director and Founder: Seyfulla İsayev. (Azerbaijan)
Deputy and Founder: Namig Isazade. PhD in Business Administration. (Azerbaijan)
©Editorial office / Redaksiya: Harju maakond, Tallinn, Kesklinna linnaosa, Narva mnt 5, 10117
Telephones / Telefonlar: +994 55 241 70 12; +994 51 864 88 94
Website/Veb səhifə: http://www.scia.education/
E-mail: sc.mediagroup2017@gmail.com

ISSN: : 2663-8770, E-ISSN: 2733-2055, DOI: 10.36962/ETM

EQUİPMENT TECHNOLOGİES MATERİALS

AVADANLIQLAR, TEXNOLOGİYALAR, MATERİALLAR

ОБОРУДОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕРИАЛЫ

VOLUME 07 ISSUE 03 2021

CİLD 07 BURAXILIŞ 03 2021













Platform & workflow by OJS/PKP

http://emtasoiu.com/index.php/en/

https://scia.website/index.php/etm